FRANCK DUROQUIER

LA T.S.F. DES AMATEURS

Télégraphie Téléphonie



MASSON & Cie

La T. S. F.

DES AMATEURS

DU MÊME AUTEUR

La Télégraphie sans fil pour tous. Un volume in-12 illustré. ORLHAC, ÉDITEUR, A PARIS. Ouvrage honoré d'une souscription Ministérielle . . . . . . *Épuisé.*

Guide de la réception en télégraphie et téléphonie sans fil. Une brochure in-8 illustrée . *Épuisé.*

Éléments de Télégraphie sans fil pratique. Un volume avec de nombreuses figures, plans et schémas de montage. 3e édition. DUNOD, ÉDITEUR, A PARIS. Ouvrage honoré de souscriptions du Ministère de l'Instruction Publique et admis par la Commission des Bibliothèques, Écoles Normales et Écoles Supérieures. . . . . 7 fr. »

FRANCK DUROQUIER

LA T. S. F.

DES AMATEURS

TÉLÉGRAPHIE - TÉLÉPHONIE

MANUEL POUR LA CONSTRUCTION ET L'UTILISATION DES APPAREILS RÉCEPTEURS DE TÉLÉGRAPHIE SANS FIL PAR ONDES AMORTIES ET PAR ONDES ENTRETENUES ET DES APPAREILS DE TÉLÉPHONIE SANS FIL

Dessins, plans et croquis originaux de l'Auteur

QUATRIÈME ÉDITION
revue et très augmentée

MASSON ET Cie, ÉDITEURS
120, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, PARIS (VIe)
1923

La T. S. F.
des Amateurs

TABLE DES MATIÈRES

a.

INTRODUCTION

En publiant en 1912 notre premier essai de vulgarisation *La Télégraphie sans fil pour tous* nous étions persuadé qu'en dépit de l'ignorance presque générale où demeurait chez nous l'importante découverte de Branly, l'étude et la pratique de la télégraphie nouvelle étaient susceptibles de connaître en France la juste popularité dont elles bénéficiaient déjà en Amérique et en Angleterre. Notre conviction n'a pas été déçue et la radiotélégraphie a fait dans notre pays, en peu de temps, de nombreux et fervents adeptes.

Un décret du 24 février 1917, publié au *Journal Officiel* du 6 mars, a autorisé les Directeurs départementaux des postes et des télégraphes à délivrer aux particuliers de leur ressort une licence d'installation d'appareils récepteurs de signaux horaires et de télégrammes

météorologiques; nous pensons, d'après cela, qu'un récepteur de T. S. F. peut devenir aussi commun qu'un appareil photographique et être dans chaque famille un objet de première utilité.

Les mairies, les écoles, les châteaux, les maisons d'horlogerie, les usines, les établissements agricoles, les compagnies de chemins de fer et de navigation voudront profiter des renseignements scientifiques et météorologiques transmis chaque jour par les stations radiotélégraphiques.

Les étudiants, les esprits curieux que hantent les joies de la découverte ou seulement la satisfaction de connaître, vont pouvoir se livrer aux expériences si attrayantes et si instructives de la télégraphie sans fil, matière qui résume en elle presque toute la science électrique et dont on ne saurait trop conseiller, pour cette raison, l'étude et la pratique à la jeunesse des écoles.

Un arbre, une éolienne, une cheminée, une tourelle, un clocher sont des supports merveilleux qui permettent l'installation facile d'une antenne presque invisible et cependant de plusieurs milliers de kilomètres de portée; un collecteur d'ondes plus modeste : un fil téléphonique d'abonné, par exemple, une ligne d'éclairage électrique, un simple grillage suspendu aux poutres d'un grenier ou tendu au-dessus

d'une petite cour suffisent à la réception en France des signaux du poste de la Tour Eiffel et de quelques postes côtiers et étrangers. Bien mieux : en utilisant l'effet amplificateur des lampes à 3 électrodes récemment découvertes, il est possible de recevoir les émissions transatlantiques avec une toute petite antenne d'appartement...

Un poste récepteur de haute sensibilité est facile à réaliser et nous conseillons vivement aux amateurs de s'y employer eux-mêmes ; ils trouveront dans ce travail une distraction intelligente et feront, ce qui ne gâte rien, une importante économie.

On ne s'improvise pas constructeur-électricien ! clament les marchands intéressés. Nous affirmons, après expérience et sous le bénéfice de centaines d'exemples, que n'importe quel amateur ayant le goût des travaux manuels peut faire simplement, à très bon compte, en quelques heures de patience et d'attention, des appareils de T. S. F. robustes et sérieux pouvant fournir le même service que les meilleurs appareils du commerce.

Le coût d'un poste récepteur de télégraphie sans fil se réduit donc, à quelque chose près, aux frais d'acquisition d'un téléphone spécial, seul objet dont la construction exige, avec un outillage compliqué, une main-d'œuvre exercée. Les autres instruments utiles : détecteurs,

bobines d'accord, transformateurs d'induction, condensateurs ne sont qu'un jeu à confectionner et la valeur des matériaux à employer est presque insignifiante; les tubes à vide à 3 électrodes, les amplificateurs, les hétérodynes ne sont pas d'une réalisation plus difficile et leur prix de revient reste très abordable.

L'intention de ce manuel est de venir en aide aux amateurs de T. S. F. peu fortunés qui souhaitent cependant posséder une table de réception munie des appareils les plus perfectionnés et qui désirent encore être initiés à leur meilleure utilisation.

Tous les dispositifs décrits dans les pages qui vont suivre ont été préalablement construits, essayés et mis au point dans notre laboratoire avec les seules ressources dont peut disposer un amateur; le moindre schéma de montage proposé y a fait l'objet d'une étude attentive et d'essais comparatifs scrupuleusement contrôlés. Le lecteur peut ainsi suivre en confiance les directions que nous lui donnons; le succès de ses expériences est fatalement assuré s'il suit à la lettre nos indications et adopte nos mesures.

Nous serons reconnaissant aux « sans filistes » qui voudront bien nous communiquer leurs observations et nous faire part des perfectionnements apportés par eux à nos divers appareils où à leur montage. Ces renseignements pourront

profiter éventuellement à de nouvelles éditions de *La T. S. F. des Amateurs* si, comme nous l'espérons, cet ouvrage retrouve auprès du public l'accueil bienveillant qui a encouragé nos premiers efforts.

FRANCK DUROQUIER.

Reugny (Indre-et-Loire), septembre 1921.

CHAPITRE PREMIER

L'ANTENNE ET LA PRISE DE TERRE

Importance de l'antenne et de la prise de terre. — Qu'il s'agisse de transmission ou de réception, l'antenne et la prise de terre constituent les deux organes les plus importants d'un poste de T. S. F. Tant valent l'antenne et la terre, tant vaut le poste, dit-on très justement.

La première préoccupation dans l'installation d'une station radiotélégraphique sera donc de réaliser un

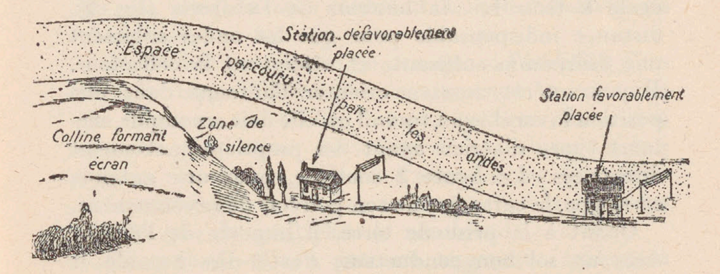


Fig. 1. — Choix de l'emplacement d'une station.

collecteur d'ondes et un contrepoids aussi parfaits que possible et appropriés au service qu'ils doivent assurer.

En général, une antenne qui donne de bons résultats pour la transmission en donnera également pour la réception, le contraire n'étant pas nécessairement vrai. Une antenne uniquement destinée à recevoir n'a pas besoin, pour le peu d'énergie qui circule sur ses fils, d'un isolement comparable à celui qu'exige une antenne radiatrice soumise à une charge électrique très élevée.

Nous conseillerons d'établir toujours l'antenne comme si elle devait pouvoir transmettre : mieux vaut excès que manque de précaution.

Emplacement d'une antenne et d'une prise de terre. — Le choix de l'emplacement d'une antenne de T. S. F. ne doit pas dépendre du hasard ; on cherchera, autant que possible, à placer le collecteur d'ondes dans un lieu bien dégagé, loin de tout obstacle naturel, forêt ou colline, susceptible de former écran et d'absorber l'énergie hertzienne. On assurera le bon fonctionnement d'une antenne au voisinage d'un tel obstacle en laissant entre elle et lui une distance égale à trois fois la hauteur de l'obstacle (fig. 1), distance indispensable pour que les ondes subissent une diffraction suffisante et atteignent le collecteur. Il y a intérêt, aussi, à orienter l'antenne dans une position favorable au travail qu'elle doit accomplir, certains types d'aérien ayant des propriétés nettement directrices. La figure 2 souligne, pour une antenne en nappe, le caractère de son pouvoir de rayonnement.

Quant à la prise de terre, il importe de l'établir dans un sol bon conducteur, c'est-à-dire humide et peu caillouteux, au bord d'une rivière, d'un étang ou d'un marais, par exemple, ou bien encore sous un massif ombragé, sous une pelouse, à l'entrée d'une cave, au voisinage d'un puits, dans une terre meuble plutôt que sous un sol battu.

Dimensions de l'antenne. — Les dimensions de l'antenne dépendent, par-dessus tout, de sa destination. Il y a avantage à leur donner une valeur qui détermine une onde fondamentale de longueur aussi rapprochée que possible de la longueur des ondes à émettre ou à recevoir.

Les mesures que nous indiquons dans ce chapitre permettent, sans désavantage, un accord de l'antenne sur une échelle de longueurs d'ondes suffisamment étendue pour satisfaire aux exigences de postes d'expériences ou d'étude.

La hauteur de l'antenne a une importance capitale, l'efficacité du radiateur ou du collecteur d'énergie augmentant avec elle ; son étendue dans l'espace dépend de la mesure de l'onde fondamentale qu'on désire utiliser.

L'onde fondamentale, ou longueur d'onde propre d'une antenne, dépend de sa *capacité* et de sa *self-induction.*

On accroît la capacité en augmentant le nombre de fils qui constituent l'aérien et la self-induction en allongeant ces fils.

On ne doit pas perdre de vue que si l'addition d'un fil à la nappe d'une antenne augmente sa capacité, elle diminue en même temps, quoique dans une moindre proportion, la valeur de sa self-induction ; il sera donc plus efficace d'allonger les fils d'une antenne lorsqu'on voudra en augmenter la longueur d'onde que de multiplier le nombre de ces fils.

La capacité d'une antenne augmente également lorsqu'on rapproche les fils du sol. Ce procédé n'apporte toutefois aucun bénéfice puisque, en diminuant la hauteur de l'aérien, on réduit en même temps son efficacité.

D'une manière générale, la longueur de l'onde

fondamentale d'une antenne est égale à quatre fois la longueur totale de l'antenne, mesurée des appareils à l'extrémité de la nappe la plus éloignée. Cette relation varie légèrement avec la forme et la hauteur des antennes ; ainsi la longueur d'onde d'une antenne verticale ou horizontale à fils parallèles est égale à 4 fois 1/2 la longueur totale de l'aérien; elle est d'environ 5 fois cette longueur pour une antenne en T et peut atteindre 7 et 8 fois la même mesure dans une antenne en parapluie.

Constitution de l'aérien. — La nappe aérienne d'une antenne doit être constituée, de préférence, par des fils en métal non magnétique : cuivre, bronze, aluminium. Le fil de cuivre étamé a une supériorité évidente sur tous les autres fils.

Pour des nappes de grande étendue, on utilise le fil d'aluminium en raison de son faible poids. Par économie, le fil de fer galvanisé peut être employé pour des antennes uniquement destinées à la réception.

Le diamètre des fils composant une antenne ne doit pas être inférieur à 2 mm. (20/10) ; il n'y a pas avantage à dépasser 3 mm. à 3 mm. 1/2.

Isolement de l'antenne. — Le plus grand soin doit être apporté au bon isolement de l'antenne.

La suspension des fils sera assurée par des isolateurs robustes suffisamment longs pour que le voisinage des mâts, des supports et des attaches ne puisse soustraire aucune partie de l'énergie recueillie ou transmise.

Ces isolateurs seront paraffinés ou bitumés afin d'empêcher l'humidité des jours de brouillard ou de pluie de former une couche plus ou moins conductrice à leur surface. Ils seront nettoyés de temps à autre, surtout au voisinage des usines et des villes

pour enlever les traces de poussières métalliques ou de charbon que le vent et la fumée y déposent à la longue.

Un chapeau protecteur en porcelaine, coiffant le

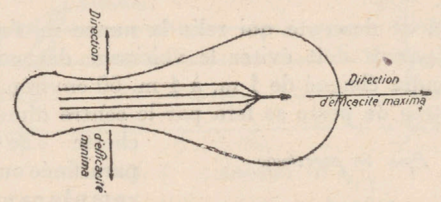


Fig. 2. — Orientation de l'antenne.

sommet du mât, portera la nappe d'antenne en assurant son parfait isolement.

Les haubans destinés à maintenir un mât et les câbles de retenue doivent être constitués par des cordeaux paraffinés à chaud ou goudronnés.

Si la hauteur des mâts, ou le poids de l'antenne, exige des câbles de retenue métalliques, ceux-ci doivent être isolés du sol et coupés par des isolateurs.

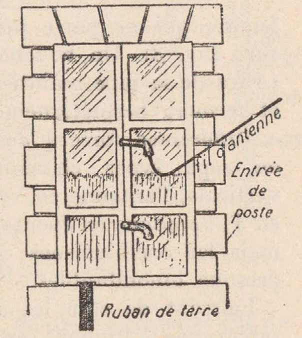


Fig. 3. — Entrée de poste.

La nappe aérienne sera, de toute nécessité, éloignée des arbres, des cheminées, des murs, des toits dont la proximité l'influencerait défavorablement ; cet éloignement sera de 4 ou 5 m. au moins.

Des fils télégraphiques, téléphoniques ou d'éclai-

rage peuvent induire des courants parasites dans une antenne à 15 et 20 m. de distance.

A plusieurs centaines de mètres l'une de l'autre deux antennes réceptrices réagissent encore mutuellement.

Le fil de descente qui relie la nappe de l'antenne aux appareils doit éviter le voisinage des murs, on l'en tiendra éloigné de 1 m. à 1 m. 50 environ.

L'entrée de poste se fera par le centre d'une planchette de bois paraffinée ou vernie remplaçant une vitre dans le châssis d'une croisée ou, mieux encore, par une pipe de porcelaine fixée sur le montant de la fenêtre qui ne porte point la crémaillère de fermeture (fig. 3). Un bouchon paraffiné engagé dans le tuyau de la pipe maintiendra le fil d'entrée de poste et fermera hermétiquement l'ouverture (fig. 4).

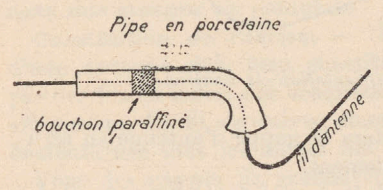


Fig. 4. — Détail de l'entrée.

Différentes formes des antennes. — Il y a six ou sept types classiques d'antennes : l'antenne verticale, l'antenne en V, l'antenne coudée, l'antenne en T, l'antenne en éventail et l'antenne en parapluie ; mais les combinaisons de ces différents types sont presque innombrables.

Laissant de côté les antennes difficilement réalisables par l'étudiant ou l'amateur, nous ne décrirons que la construction de celles de forme ordinaire, coudée, en T et en parapluie. Nous signalerons ensuite quelques collecteurs d'ondes moins imposants ou de fortune, pouvant servir néanmoins à des expériences intéressantes.

Antenne coudée en L. — La figure 5 montre la disposition des éléments d'une nappe d'antenne coudée.

Entre deux vergues de bambou ou de frêne, recou-

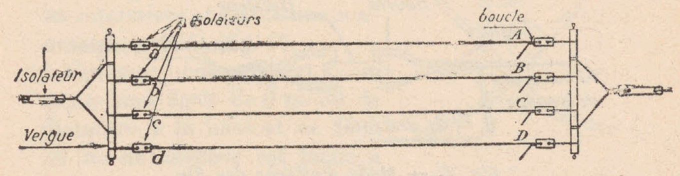


Fig. 5. — Antenne en L.

vertes autant que possible d'une couche de peinture au vernis et mesurant 3 m. environ de longueur, sont

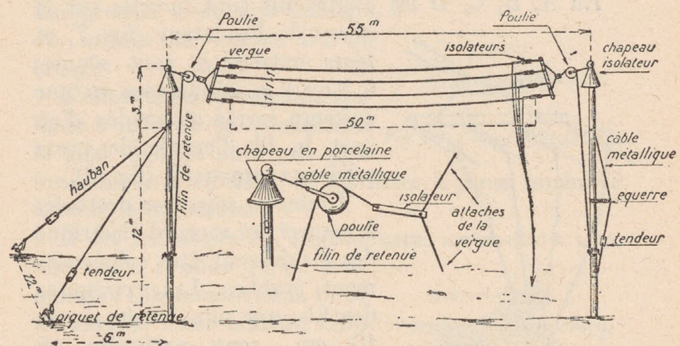


Fig. 6. — Détails de montage.

tendus parallèlement à 1 m. de distance quatre fils de 50 à 60 m. de longueur.

Les extrémités de ces fils sont fixées à de petits isolateurs constitués par des cylindres d'ébonite ou de frêne paraffinés de 0 m. 20 de longueur et 0 m. 30 de diamètre rattachés à la vergue

Une corde en V soutient en équilibre le hamac formé par les vergues et les fils et, par l'intermédiaire d'un isolateur en bois goudronné ou verni de 0 m. 50

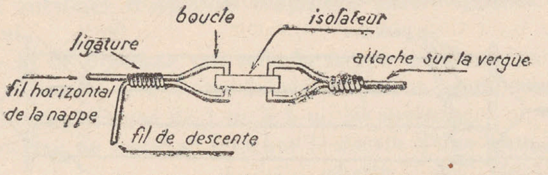


Fig. 7. — Mode d'attache des fils.

de longueur et 0 m. 04 de diamètre, le suspend au chapeau isolant d'un mât support (fig. 6).

En A, B, C, D les quatre fils sont bouclés sur la gorge de l'isolateur (fig. 7) et leurs extrémités sont réunies à 3 ou 4 m. au-dessous en une épissure serrée et soudée d'où part le fil d'entrée de poste relié aux appareils (fig. 8).

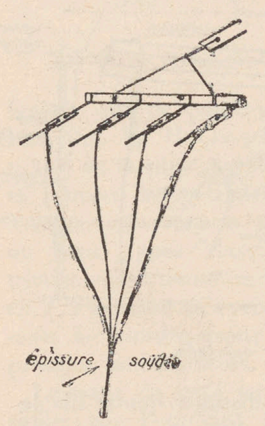


Fig. 8. — Épissure des fils.

Toutes les épissures destinées à assurer un raccord électrique des fils doivent être soigneusement établies. Les extrémités des fils, sur une longueur de 10 cm., sont nettoyées au papier d'émeri afin d'enlever toute trace d'oxydation ; la moitié de chaque toron est ensuite enroulée en spires très serrées sur une moitié de l'autre toron. Les deux boudinettes qui résultent de cette opération sont pressées entre les mâchoires d'une forte pince dans le sens latéral et dans le sens de la

longueur; après quoi, on les saupoudre copieusement de résine et à l'aide d'un fer à souder on les recouvre d'une couche d'étain qui fait corps avec elles en pénétrant jusque dans les interstices et assure une connexion parfaite (fig. 9).

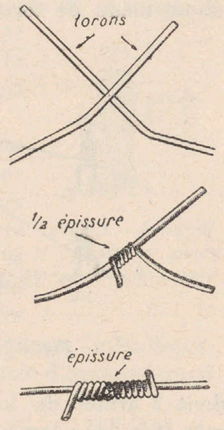
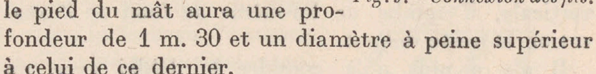


Fig. 9.—Connexion des fils.

Comme mât-support, un sapin bien droit de 0 m. 30 de diamètre à la base et de 18 à 20 m. de hauteur est facile à trouver. Aussitôt abattu, l'arbre doit être écorcé, plusieurs semaines sont nécessaires à sa dessiccation, il est ensuite badigeonné avec une mixture au sulfate de cuivre ou au crésyl.

L'excavation cylindrique destinée à recevoir et à maintenir le pied du mât aura une profondeur de 1 m. 30 et un diamètre à peine supérieur à celui de ce dernier.



Il est nécessaire de creuser cette excavation avec une barre à mine et de procéder à l'enlèvement de la terre au moyen d'une cuillère faite d'une boîte de conserve plate fixée à l'extrémité d'une petite perche.

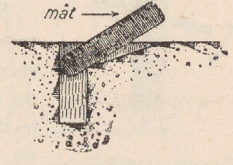


Fig. 10. Montage d'un mât.

Le trou achevé, on creuse une rigole en pente ayant le diamètre du mât et partant de la surface du sol à 3 m. environ de l'excavation pour atteindre cette dernière à mi-hauteur comme le montre la figure 10.

Le pied du mât est alors amené dans la rigole et vient buter sur la paroi du trou ou contre une planche unie et savonnée appuyée à la paroi pour éviter tout éboulement de terrain; il suffit de 4 ou 5 hommes,

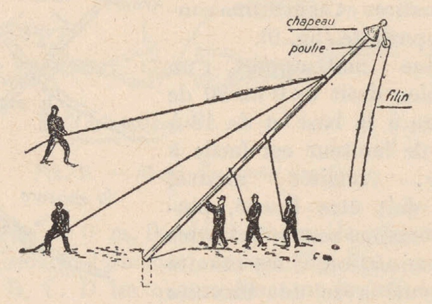


Fig. 11. — Dressage du mât.

dont 2 armés de longues fourches, pour dresser le mât (fig. 11) ; lorsque ce dernier arrive à la position verticale, il tombe de lui-même au fond de l'excavation et reste debout.

Il n'y a plus qu'à combler le déblai avec un mortier liquide de sable et de chaux.

Nous conseillons de percer le tronc d'arbre d'un trou destiné à recevoir une barre de fer au moyen de laquelle on pourra faire pivoter le mât lorsque la tension et le poids de l'antenne l'auront à la longue déformé ; il faut procéder à cet essai une fois ou deux avant que le mortier de chaux ne soit tout à fait durci (fig. 12).

Fig. 12. — Dispositif de redressage d'un mât de T.S.F.

La figure 11 montre l'équipement complet du mât

avant l'opération de la mise debout ; le chapeau isolateur a été fixé au support par une tige de fer sur laquelle il est scellé ; la poulie accrochée à l'isolateur par un gros fil de fer porte en sa gorge le filin de retenue qui servira à monter l'antenne et auquel on a donné la forme d'une longue boucle ayant presque la hauteur du mât.

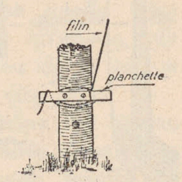


Fig.13.— Appareil d'attache pour corde de retenue.

La figure 6 représente l'un des mâts de l'antenne maintenu par deux haubans réglés par des tendeurs comme en utilisent les jardiniers pour leurs réseaux d'espaliers ; le mât de droite est consolidé par un câble prenant appui en son centre sur le sommet arrondi d'une équerre métallique.

Il est avantageux d'avoir un hamac d'antenne aussi horizontal que possible, toutefois il est bon de relâcher un peu la tension du filin de retenue lorsque l'antenne ne doit pas être utilisée pendant quelque temps, cette

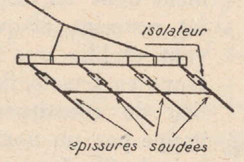


Fig. 14. — Fils d'antenne reliés électriquement.

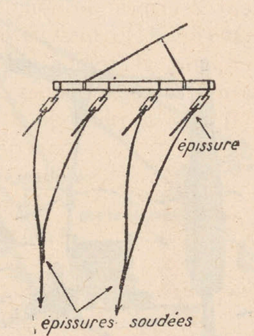


Fig. 15. — Disposition des fils d'entrée de poste dans une antenne en boucle.

précaution ménage un peu la force de résistance des supports. Le dispositif d'attache de la figure 13

permet une manœuvre rapide du filin de retenue.

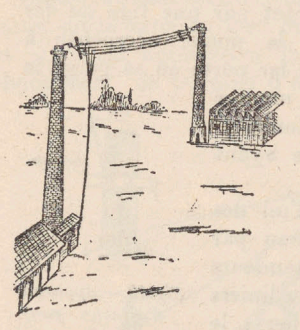


Fig. 16. — Cheminées d'usine supportant une antenne coudée.

Il peut être nécessaire de fixer aux extrémités des vergues des cordelettes destinées à corriger l'équilibre du hamac, ces cordelettes seront goudronnées et s'attacheront à une petite poulie de porcelaine fixée au mât à 2 m. du sol.

L'antenne construite sur les données qui précèdent aura une longueur d'onde proche de 300 m. et une capacité de 0.004 microfarad environ. Son efficacité sera maxima du côté des fils de descente.

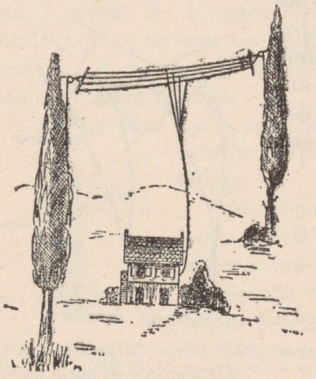


Fig. 17. — Antenne en T suspendue entre deux arbres.

Lorsqu'on utilise à la réception un amplificateur, ces dimensions peuvent être considérablement réduites.

Quand l'emplacement dont on dispose est restreint et qu'on veut établir une antenne en boucle, il y a lieu de constituer la nappe par un nombre pair de fils. Les extrémités de ces derniers sont alors toutes reliées électriquement par un fil du côté de la vergue la plus éloignée des appareils (fig. 14), et sont

groupées par moitié du côté du poste où elles pénètrent par deux câbles isolés (fig. 15).

La figure 16 représente une antenne coudée utilisant deux cheminées d'usine comme supports.

Antenne en T. — La construction de ce type d'aérien ne diffère de la précédente qu'en ce que les fils de descente partent du milieu de la nappe au lieu de partir de son extrémité (fig. 17).

Pour une hauteur et des dimensions du hamac identiques à celles de l'antenne coudée dont nous venons de parler, la longueur d'onde propre de l'antenne en T n'est plus que de 230 m. environ.

L'efficacité de rayonnement de l'antenne en T est maxima à la fois dans les deux directions de ses extrémités. Son rendement est excellent, mais la charge des fils de descente, au centre de la nappe,

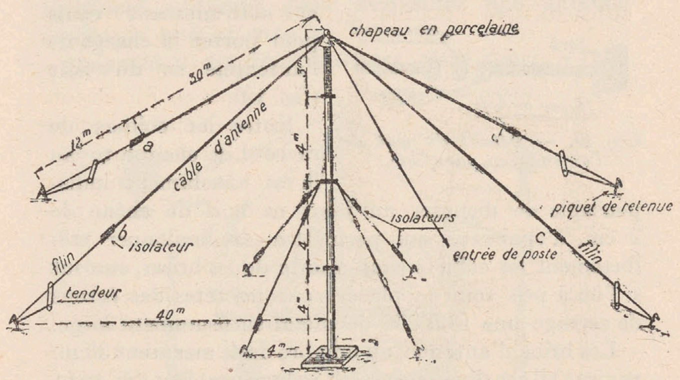


Fig. 18. — Antenne en parapluie.

exige des supports très robustes ; c'est la forme d'antenne la plus commune à bord des navires.

Antenne en parapluie. — Cette antenne a l'avan-

tage de ne nécessiter qu'un seul mât que peuvent haubanner, en partie, les fils mêmes de l'aérien, mais il a l'inconvénient d'exiger un emplacement étendu.

La figure 18 fait comprendre le montage d'une antenne en parapluie ; la plupart des renseignements déjà fournis sont ici utilisables.

Le mât que représente notre gravure a 15 m., il est constitué par 3 tuyaux de fonte de 4 m. de longueur et 6 cm. de diamètre provenant d'une ancienne canalisation d'eau. Ces 3 tuyaux, solidement boulonnés et haubannés par des câbles en fil de fer coupés par 2 isolateurs, sont surmontés d'une perche en chêne verni portant le chapeau isolateur auquel est attaché l'aérien.

Le mât doit être complètement équipé avant d'être dressé. Au collier inférieur du premier tuyau de fonte est solidement fixé un socle de bois mesurant 40 × 40 cm. et suffisamment épais pour porter la charge de l'antennne et du mât (fig. 19).

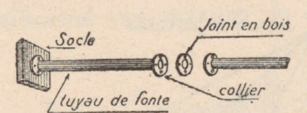


Fig. 19. — Détails du mât de l'antenne en parapluie.

Entre les colliers de raccord de chaque tuyau il est absolument indispensable de disposer un joint en bois de chêne de 2 cm. d'épaisseur qui permettra de boulonner très fortement les colliers sans crainte de les briser, surtout si l'on a pris soin de placer sous les têtes des écrous de serrage une rondelle de métal suffisamment large.

Les brins d'antenne, au nombre de 4, mesurent 30 m. environ ; il est rigoureusement indispensable qu'ils aient tous la même longueur et que leurs extrémités soient à une hauteur égale du sol afin qu'à leur jonction commune toutes les ondes stationnaires le long de ces fils soient dans la même phase et s'ajoutent intégralement.

Chaque brin aboutit à un isolateur et se trouve

prolongé par un filin de retenue de 12 à 15 m. qu'on attache à un piquet fixé au sol à environ 40 m. du pied du mât. La tension de ce filin est réglable par le dispositif très simple que représente la figure 20.

Pour la mise debout du mât métallique, il est nécessaire que chaque extrémité des filins et des haubans soit tenue par une personne placée à peu près à l'endroit où le câble sera fixé à son attache au sol; il importe également que les efforts de traction des personnes tenant les câbles s'exercent en concordance afin que le mât conserve une position favorable d'équilibre.

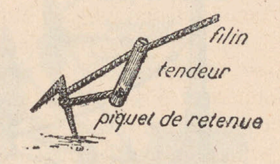


Fig. 20. — Appareil à tendre les haubans.

Le mât tubulaire que nous venons de décrire est également utilisable pour suspendre une antenne coudée ou une antenne en T.

Dispositifs divers d'antennes d'amateurs. — La

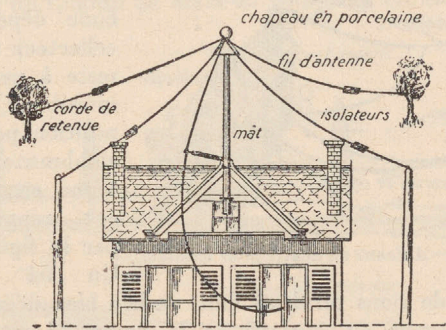


Fig. 21. — Antenne en parapluie d'un poste d'amateur.

figure 21 représente une antenne en parapluie fixée sur un mât de 3 m. au fronton d'un petit chalet. Pour

parer à la faible hauteur du support et à l'exiguïté de l'emplacement, les filins prolongeant les fils radiants ont été accrochés à des arbres et à des poteaux qui les maintiennent à 4 m. du sol. Le fil de descente d'antenne est éloigné des murs et du toit par un bout-dehors de 2 m., à l'extrémité duquel il est retenu par une petite poulie en porcelaine.

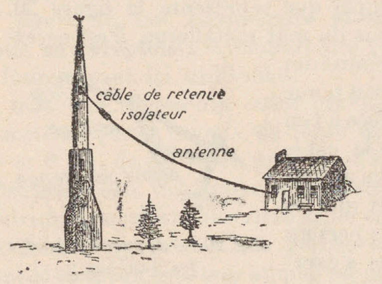


Fig. 22. — Clocher utilisé comme support d'antenne.

Sur la figure 22 est représentée une antenne unifilaire suspendue au clocher d'une chapelle; cette installation facilement réalisable est tout à fait pratique et n'occasionne aucune dépense, le collecteur d'onde reste à peu près invisible. Une disposition peu encombrante d'antenne en boucle est représentée par la figure 23. Un tel aérien donne de bons résultats dans un lieu bien dégagé.

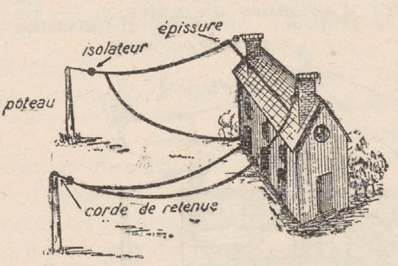


Fig. 23. — Antenne en boucle pour amateur.

L'antenne en éventail de la figure 24 est aussi d'une construction facile. Il est important que les isolateurs placés à l'extrémité des fils soient à 4 ou 5 m. au moins des arbres et que tous les fils aient la même longueur et soient à la même distance du sol.

La figure 25 montre deux procédés de réception intéressant tout particulièrement les touristes.

Antenne terrestre. — La partie inférieure du dessin (fig. 25) représente un petit poste récepteur portatif connecté à un fil conducteur nu, ou isolé, étendu à terre dans une direction opposée à la direction de la station écoutée et jouant le rôle de collecteur d'onde. Plus on se trouve éloigné de le station émettrice, plus ce fil doit être important; pour la réception des signaux de la station du Champ de Mars on comptera en moyenne

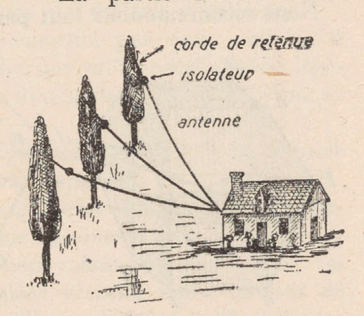


Fig. 24. — Antenne d'amateur en éventail.

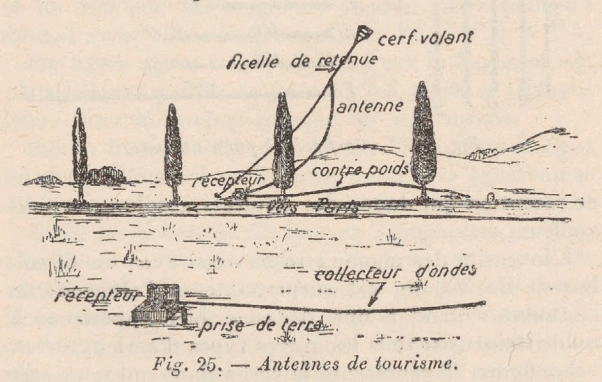


Fig. 25. — Antennes de tourisme.

50 m. par 100 km. Une canne métallique enfoncée de 25 à 30 cm. en sol humide est utilisée comme prise de terre.

Antenne portée par cerf-volant. — La partie supérieure du dessin représente une réception sur antenne portée par cerf-volant (fig. 26).

Nous recommandons tout particulièrement ce mode

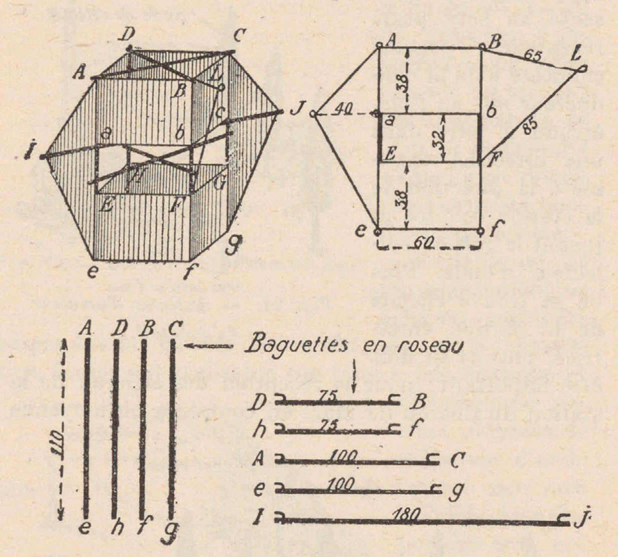


Fig. 26. — Cerf-volant porte-antenne.

de réception qui donne des résultats absolument merveilleux.

L'intensité des signaux reçus ainsi avec un fil collecteur de 300 m. est surprenante et l'efficacité de l'antenne s'étend à une distance bien supérieure à celle atteinte par tous les autres types d'aérien.

La figure 26 représente le cerf-volant qui nous sert pour nos expériences, le croquis coté qui l'accompagne permettra à chacun de construire avec quelques

mètres de calicot, ou avec deux vieilles toiles de tente, un planeur capable de s'élever par temps presque calme (à partir de 3 m. à la seconde) et d'enlever plusieurs centaines de mètres d'antenne.

Le cerf-volant est constitué par deux cellules à côtés égaux formant chacune un parallélépipède légèrement aplati, l'une des diagonales mesurant 75 cm. et l'autre 1 m.

Deux ailerons triangulaires peuvent être montés sur les arêtes situées aux extrémités de la grande diagonale pour augmenter la surface portante de l'appareil et favoriser son essor lorsque le vent reste faible.

Pour construire le cerf-volant porte-antenne, on découpera dans une pièce d'étoffe deux bandes de 2 m. 40 de longueur sur 38 cm. de largeur. On formera ensuite deux écharpes fermées en réunissant respectivement les extrémités de chaque bande par une couture et on les montera, en s'inspirant de la figure 26, sur quatre baguettes de bambou de 1 cm. de diamètre et de 110 cm. de longueur, chaque petit panneau devant avoir même largeur : AB = BC = CD = DA.

On fixera sur la baguette A*e* et sur la baguette C*g*, par quelques points de gros fil, les ailerons triangulaires dont le croquis indique les dimensions.

Sur la baguette B*f*, on placera l'émerillon L dont les deux petits câbles devront avoir très exactement dimensions données et être attachés aux points B et F.

Deux baguettes de 75 cm. et 2 baguettes de 1m., terminées par des crochets ouverts, auront leurs extrémités engagées dans de petits anneaux de cuivre fixés aux deux bouts des baguettes montantes et serviront à maintenir la rigidité du cerf-volant. Pour plus de sécurité, deux bambous tendeurs supplémentaires peuvent être disposés au centre de l'appareil dans l'espace vide qui sépare les deux cellules. Une

baguette de 1 m. 80 passant dans deux anneaux en *a* et en *c* maintiendront tendues les pointes des ailerons lorsqu'il y aura lieu d'utiliser ces derniers.

Ainsi constitué, le cerf-volant est facilement démontable, puisqu'il suffit d'enlever les baguettes croisées pour pouvoir le rouler autour des quatre petits bambous formant arêtes ; il n'est pas alors plus encombrant qu'un parapluie.

Il est bon de lâcher le planeur avec une ligne de retenue en chanvre d'une centaine de mètres environ afin de faciliter la manœuvre du lancement lorsqu'on se trouve dans un endroit peu dégagé où le vent souffle irrégulièrement ou faiblement. Lorsque le vent se fait sentir à ras de terre, il suffit de dérouler une cinquantaine de mètres de corde de 2 à 3 mm. de diamètre, d'attacher un bout du cable à un piquet ou à un treuil et de raccorder l'autre bout à l'émerillon bridé sur l'appareil ; de prendre le cerf-volant par deux montants, et de s'éloigner dans la direction du vent jusqu'à ce que la corde se trouve bien tendue; d'élever ensuite le planeur à bout de bras pour le lâcher lorsque l'effort du vent se fera suffisamment sentir. L'appareil s'élèvera alors de lui-même pour atteindre très vite une trentaine de mètres de hauteur.

On revient au treuil ou près du piquet et l'on n'a plus qu'à dérouler la longueur de corde nécessaire pour que le cerf-volant monte à l'altitude désirée.

Lorsque le vent est faible, il est préférable de faire présenter le cerf-volant à la brise et de provoquer son ascension en courant un peu; l'appareil atteint ainsi une hauteur de 75 à 80 m. où il trouve habituellement un courant d'air plus puissant.

A 100 ou 150 m., le vol du planeur est suffisamment stable pour qu'on puisse accrocher à la corde de.

retenue le fil conducteur qu'on laissera monter avec elle et qu'on utilisera comme antenne.

Le cerf-volant dont nous venons de donner la description nous a permis d'employer une antenne unifilaire de 400 m. en câble très léger avec laquelle nous avons reçu les postes américains avec une intensité tout à fait remarquable.

Un fil nu, ou isolé, de même longueur que l'antenne peut tenir lieu de prise de terre s'il est étendu sur le sol au-dessous du fil aérien.

Il est nécessaire de renoncer à la réception sur antenne portée par cerf-volant les jours d'orage ; il est également prudent de laisser traîner à terre l'extrémité du fil conducteur pendant la durée de son ascen-

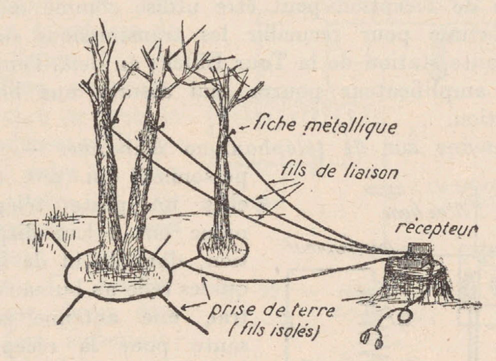


Fig. 27. — Arbres utilisés comme antenne.

sion et jusqu'au moment où étant connecté aux appareils de T. S. F., on n'a plus à redouter qu'il se charge à un potentiel dangereux.

Les arbres peuvent être utilisés comme antennes, aussi bien pour la transmission que pour la réception. La figure 27 représente une réception de ce genre.

Une fiche métallique est enfoncée de 4 à 5 cm. dans le tronc d'un arbre au tiers de sa hauteur et se trouve reliée électriquement par un fil souple aux appareils.

La prise de terre est constituée par des fils isolés posés sur le sol et rayonnant autour du pied de l'arbre; un grillage métallique peut également être utilisé, il est alors avantageux de le placer sur des brindilles de bois mort qui l'isoleront du sol.

Plusieurs arbres peuvent être réunis en parallèle ; c'est avec des peupliers, et surtout avec des platanes, que nous avons obtenu les meilleurs résultats ; des sapins, au contraire, nous ont semblé de médiocres collecteurs d'ondes.

Dans un rayon de 300 km. autour de Paris, ce genre de réception peut être utilisé comme moyen de fortune pour recueillir les transmissions de la puissante station de la Tour Eiffel ; au delà, l'emploi d'un amplificateur pourra seul assurer une bonne réception.

Antenne sur fil téléphonique d'abonné. — Les personnes qui ont chez elles un poste téléphonique ont à leur disposition, dans le fil de ligne qui les relie au bureau central, une antenne suffisante pour la réception de radio-télégrammes émis aux plus grandes distances. Il leur suffit de réunir la borne de leur appareil marqué L à un poste récepteur de T. S. F. en s'inspirant du montage de la figure 28.

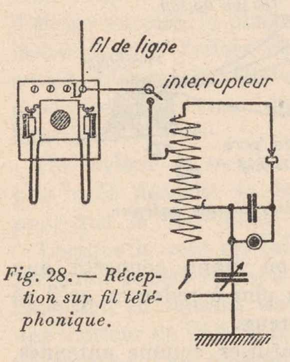


Fig. 28. — Réception sur fil téléphonique.

L'installation de ce dispositif ne trouble en rien

le fonctionnement du téléphone d'abonné et des appels par sonnerie peuvent retentir même au cours d'une réception radiotélégraphique.

Comme, le plus souvent, le fil qui relie l'abonné au central téléphonique a une longueur importante, il y a avantage, pour régler la longueur d'onde fondamentale du collecteur, à disposer entre les appareils de T. S. F. et la terre un condensateur réglable avec dispositif de mise en court-circuit.

Antenne sur circuit d'éclairage. — On peut utiliser sans danger comme antenne l'un des fils d'une canalisation d'éclairage électrique parcourue par du courant continu ou par du courant alternatif. Le montage des appareils se fait selon le schéma de la figure 29. On veillera soigneusement à ce que le condensateur intercalé entre la prise de terre et les appareils *ne soit jamais court-circuité*. Ce condensateur devra être à fort isolement ; on emploiera pour sa construction dix ou douze feuilles d'étain de la grandeur d'une carte de visite par armature en les séparant par une feuille mince de mica les débordant de 1 cm. environ sur les 4 côtés.

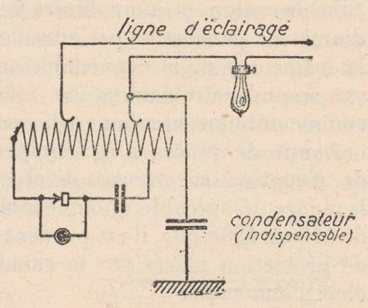


Fig. 29. — Réception sur circuit d'éclairage.

Si la longueur d'onde du fil utilisé comme collecteur était de beaucoup supérieure à la longueur des ondes à recevoir, on ajouterait à la suite du condensateur de sécurité un condensateur variable ordinaire.

Une lampe placée sur le circuit peut rester allumée pendant une réception; mais il est préférable de l'éteindre, les signaux y gagneront en netteté. Il est indispensable, bien entendu, que le fil qui a été sectionné pour être relié aux curseurs de la bobine d'accord ne soit pas le fil que coupe éventuellement la clef d'allumage de la lampe.

Un autre procédé, offrant plus de sécurité encore et dispensant de l'emploi d'un condensateur d'arrêt, consiste à brancher, en bonne liaison électrique, sur l'un des conducteurs du circuit d'éclairage, un fil sonnerie, d'une dizaine de mètres de longueur dont l'extrémité libre est enroulée à tours jointifs sur un tube de carton, ou un cylindre de bois, de 4 à 5 cm. de diamètre; par-dessus cet enroulement est disposé de la même façon, et convenablement isolé du premier, un second enroulement de même fil qu'on utilise comme antenne en reliant son extrémité aux appareils.

Avant de procéder à l'équipement d'un dispositif de réception sur circuit d'éclairage, et pour éviter la piqûre désagréable, quoique inoffensive, d'un courant de 110 ou 120 volts, il est prudent d'enlever les fusibles de protection placés sur la canalisation à son entrée dans l'immeuble.

Les plombs fusibles sont toujours facilement accessibles et dans la plupart des installations il suffit d'enlever le couvercle de la petite boîte en porcelaine qui renferme ces plombs pour couper radicalement le circuit.

Lorsque les connexions entre les appareils de T. S. F. et l'un des fils de la canalisation d'éclairage sont établies, on remet en place les fusibles.

Il ne faut pas perdre de vue qu'un fil téléphonique d'abonné, un réseau d'éclairage ne sont que des collecteurs d'onde de fortune, sur l'efficacité desquels

on ne saurait se prononcer *a priori*. Avec telle ligne entièrement aérienne, favorablement exposée, éloignée de tout circuit perturbateur, il est possible d'assurer une excellente réception de radiotélégrammes émis aux plus grandes distances et sur des longueurs d'ondes diverses ; avec telle autre, partiellement ou totalement souterraine (c'est le cas du réseau téléphonique à Paris et dans plusieurs grandes villes) ou noyée dans un réseau d'autres lignes qui l'entourent comme une cage de Faraday, toute réception de T. S. F. est pratiquement irréalisable.

Antennes intérieures. — Les différentes variétés d'antennes dont nous nous sommes occupé jusqu'ici sont plus ou moins des collecteurs d'ondes aériens : ce sont évidemment les mieux placés pour capter l'énergie hertzienne qu'absorbent toujours un peu les murs des habitations ; néanmoins, il est possible d'installer à l'intérieur d'un appartement des collecteurs suffisamment efficaces pour assurer la réception d'émissions radiotélégraphiques très éloignées. C'est ainsi qu'un grand nombre d'amateurs parviennent à recevoir jusqu'aux émissions des grandes stations américaines à l'aide de quelques fils métalliques tendus dans leur grenier.

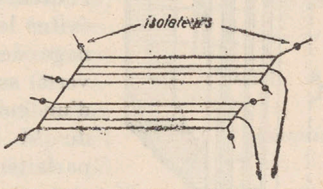


Fig. 30. — Antenne intérieure.

Une telle antenne peut être constituée par une grille de huit fils de cuivre étamé de 2 mm. de diamètre et 9 m. de longueur. Cette nappe sera soigneusement isolée sur de petites poulies en porcelaine suspendues à la charpente du toit par des filins paraffinés.

Les fils seront distants les uns des autres de 75 cm, et seront écartés des murs de 1 m. au minimum ; ils

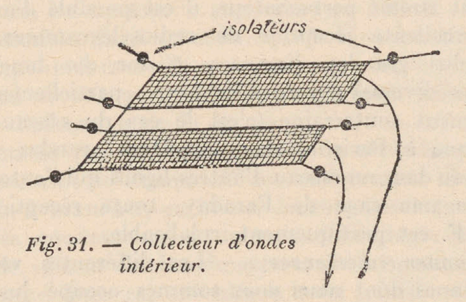


Fig. 31. — Collecteur d'ondes intérieur.

peuvent être équipés en antenne bouclée selon le dessin de la figure 30.

A la place d'une grille à fils parallèles on utilise aussi parfois deux grillages métalliques (fig. 31).

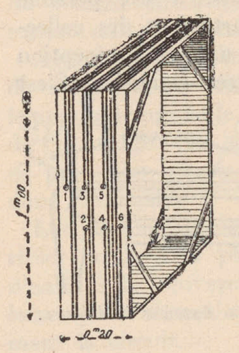


Fig. 32. — Antenne-cadre.

Les deux fils d'entrée de poste qui relient les deux moitiés de l'antenne aux appareils doivent éviter le plus possible le voisinage des murs, ils seront recouverts, sur toute leur longueur, d'un guipape isolant très épais ; du fil lumière 20/10 convient parfaitement pour cet usage.

Antenne sur cadre. — Un collecteur d'onde tout à fait réduit, c'est le cadre radiogoniométrique représenté par la figure 32 ; il est très facile à construire et permet, avec un amplificateur, la réception d'un très grand nombre d'émissions.

Sur une caisse sans fond, faite en bois bien sec et

verni, mesurant 1 m. de côté et 0 m. 20 de hauteur on enroule à tours jointifs trente spires de fil de cuivre 20/10 isolé à la gutta (fil lumière). Cet enroulement comprend deux coupures : l'une après la 5e spire, l'autre après la 15e. Chaque extrémité des trois portions d'enroulement ainsi déterminées aboutit à une borne.

La fin du premier enroulement et le début du second aboutissent respectivement à deux bornes qui se font face à 3 cm. de distance ; cette disposition, qui se répète pour la seconde coupure, permet d'utiliser l'enroulement entier ou seulement une fraction.

Ainsi entre les bornes 1 et 2. on utilisera 5 spires, ce qui pourra être suffisant pour la réception des très petites longueurs d'onde; entre 2 et 5, on utilisera 10 spires, on en disposera de 15 entre 4 et 6. En fermant la seconde coupure par un fil reliant 4 et 5, on aura, entre les bornes 3 et 6, 25 spires; enfin, toutes coupures fermées, les bornes extrêmes permettront d'utiliser le cadre entier. Ces variations sont largement suffisantes pour assurer avec un dispositif approprié, dont la figure 33 indique le principe, une réception très étendue.

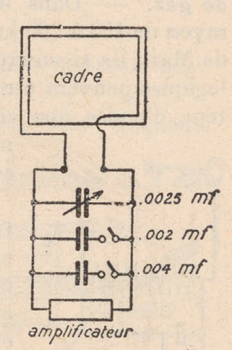


Fig. 33. — Réception sur cadre.

Le cadre radiogoniométrique jouit de propriétés rigoureusement directrices ; il n'est influencé que par des ondes provenant d'une direction située dans le plan des spires ; il peut ainsi servir à déterminer la position d'une station dont on perçoit l'émission.

Dans un rayon assez étendu autour de Paris le cadre radiogoniométrique décrit peut-être utilisé avec

un dispositif récepteur ordinaire pour la réception des signaux horaires et des bulletins météorologiques.

Pour faciliter l'orientation rapide du cadre dans la recherche d'une émission, ce dernier est habituellement suspendu en équilibre par une cordelette au-dessus des appareils. Les bornes commandant les enroulements et qui figurent sur le côté du cadre dans notre dessin seront avantageusement placées sur la face inférieure du cadre, cela facilitera leur liaison aux appareils.

Antenne constituée par une canalisation d'eau ou de gaz. — Dans la région parisienne et dans un rayon de 150 à 200 km. autour de la station du Champ de Mars, les signaux horaires et les bulletins météorologiques peuvent être reçus en utilisant comme collecteur d'ondes une canalisation d'eau ou de gaz. Le montage des appareils est représenté par la figure 34.

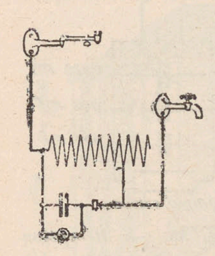


Fig. 34. — Réception sur eau et gaz.

Prise de terre. — La confection d'une bonne prise de terre exige des soins tout particuliers ; contrepoids de l'antenne, elle doit avoir une surface suffisamment étendue pour que la liaison avec le sol offre le moins de résistance possible ; miroir électrique de l'aérien, elle doit être située à proximité de celui-ci et de préférence dans une position symétrique. Un fil gros et court présentant un minimum de résistance et de self-induction doit être utilisé pour la relier aux appareils.

On réalisera une prise de terre convenable au moyen d'une plaque de tôle galvanisée de 1 m. carré

de surface, enfouie à 0 m. 50 environ dans le sol, et très près des appareils.

Il est bon de coucher la plaque dans un lit de coke soigneusement pilé, comme le montre la figure 35,

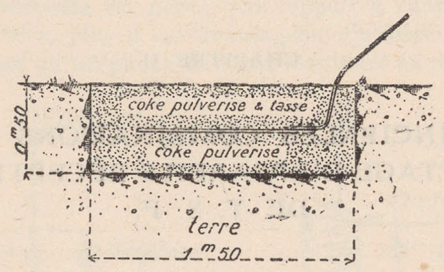


Fig. 35. — Disposition de la plaque de terre dans le sol.

qu'on maintiendra humide par de très fréquents arrosages en été.

Un ruban de cuivre ou de tôle galvanisée de 3 cm. de largeur reliera la plaque aux appareils de T. S. F.; ce ruban sera rivé sur la plaque et une soudure assurera la valeur électrique de la connexion (fig. 36).

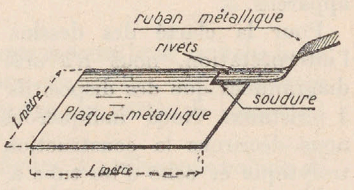


Fig. 36. — Plaque de terre ou contrepoids de l'antenne.

Un grillage métallique de 1 m. de largeur et de 8 ou 10 m. de longueur, étendu sur le sol au-dessous de l'antenne, peut tenir lieu, sans désavantage, de prise de terre.

CHAPITRE II

PRINCIPALES COMBINAISONS DE MONTAGE D'APPAREILS RÉCEPTEURS DE T. S. F.

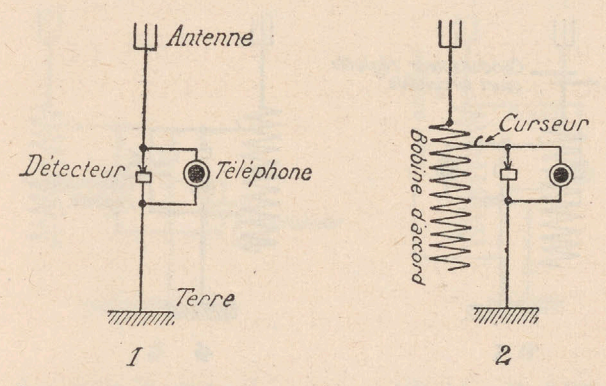
Avant d'indiquer de quelle façon et par quels moyens l'amateur de T. S. F. réalisera lui-même les différents appareils de sa table de réception, nous croyons nécessaire de lui donner les schémas de principe qui le guideront dans l'installation des divers appareils.

Pour la clarté des dessins et pour en faciliter l'interprétation, nous n'avons fait figurer sur nos diagrammes que des dispositifs utilisant un détecteur à cristaux. Nous indiquerons, plus tard, lorsque nous décrirons la construction d'un détecteur électrolytique et celle d'un tube à vide, les modifications à apporter, pour l'emploi de chacun de ces nouveaux appareils, dans les diagrammes en question.

1) La figure n° 1 représente l'agencement le plus sommaire qu'il soit possible d'utiliser pour la réception des radiotélégrammes : un détecteur et un téléphone en série, constituant un circuit révélateur, sont embrochés dans l'antenne. Ce dispositif, qui ne comporte aucun réglage d'accord, n'est utilisable que pour la réception de puissantes émissions ou dans

le voisinage immédiat de la station écoutée. L'intensité de la réception est maxima lorsque l'antenne a une longueur d'onde propre égale à celle des ondes à recevoir.

Plus l'antenne est petite, par rapport à l'antenne transmettrice, plus il est avantageux d'utiliser avec ce montage un téléphone de haute résistance en raison



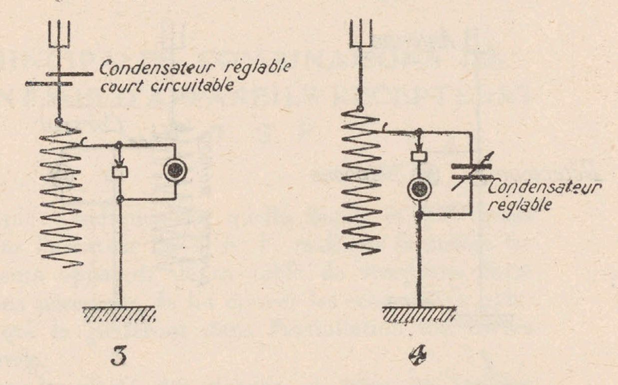
du grand nombre d'ampères-tours que ce téléphone permet d'intercaler dans l'antenne, ampères-tours dont la self-induction corrige, en partie, le désaccord du collecteur aérien.

2) Le montage de la figure 2 utilise une bobine de self variable par curseur. Ce montage permet un accord relatif de l'antenne, mais il ne convient qu'à la réception d'ondes ayant une longueur plus grande ou au moins égale à celle de l'antenne. Plus la longueur des ondes reçues est importante, plus grand doit être la portion de la bobine intercalée dans l'antenne.

3) Ce dispositif permet la réception d'ondes de longueur inférieure à la longueur d'onde propre du collecteur, cette longueur pouvant, en effet, être

réduite par une diminution de la capacité réglable en série.

Le condensateur d'antenne ne doit pas avoir une capacité trop petite ; il mesurera avantageusement .002 microfarad. Il est indispensable de munir ce condensateur d'un dispositif de mise en court-circuit utilisable pour supprimer l'effet réducteur de la



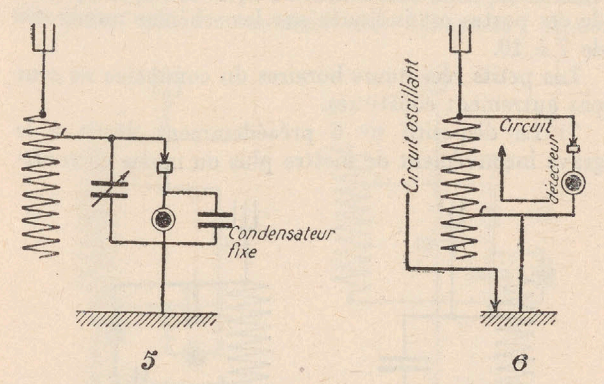
capacité lorsqu'on veut recevoir des ondes de grande longueur.

En combinant le jeu de la bobine de self avec celui de la capacité, il est possible de recevoir des ondes dont les longueurs diffèrent en plus ou en moins de la longueur d'onde propre de l'antenne dans la mesure du simple au triple.

4) Dans ce schéma figure, en parallèle avec le détecteur et le téléphone, un condensateur variable dont le rôle est de diminuer l'amortissement créé dans le circuit détecteur par la résistance du téléphone et par celle du détecteur. Un condensateur ainsi utilisé ne doit pas avoir une capacité supérieure à .004 microfarad.

5) Même dispositif que le précédent, mais avec téléphone shunté par un condensateur fixe mesurant de .001 à .004 mf. selon la résistance du téléphone. Plus la résistance du téléphone est faible, plus grande doit être la capacité du condensateur-shunt.

Avec un téléphone ordinaire de réseau mesurant de 200 à 500 ohms de résistance, on utilisera un con-



densateur de .004 mf. ; avec un téléphone de 2 000, on utilisera un condensateur de .002 mf. et pour un téléphone de 5 à 10 000 ohms une capacité de .001 mf. suffira largement.

6) Dans les cinq combinaisons de montage qui précèdent, une faible portion du circuit oscillant antenne-terre traverse le circuit détecteur et ne lui cède, par conséquent, qu'une infime partie de l'énergie captée : le dispositif n° 6 améliore très sensiblement la réception en branchant le circuit détecteur aux extrémités de la bobine d'accord où la plus grande partie de l'énergie oscillante est localisée.

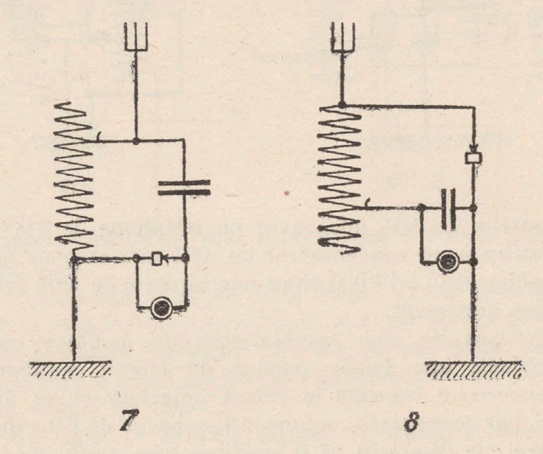
Pour accorder l'antenne sur la longueur d'onde à recvéoir, il suffit d'intercaler par la manœuvre du

curseur un nombre convenable de spires d'accord dans le circuit oscillant.

Utilisation normale d'une bobine d'accord à 1 curseur. — Les postes récepteurs de T. S. F. les plus simples emploient nécessairement, pour réaliser un accord relatif sur les émissions à recevoir, une bobine de self à 1 curseur. La disposition des appareils de ces postes est indiquée par les schémas numérotés de 7 à 10.

Les petits récepteurs horaires du commerce ne sont pas autrement constitués.

7) Le dispositif n° 6 précédemment décrit a le grave inconvénient de mettre plus ou moins en court-

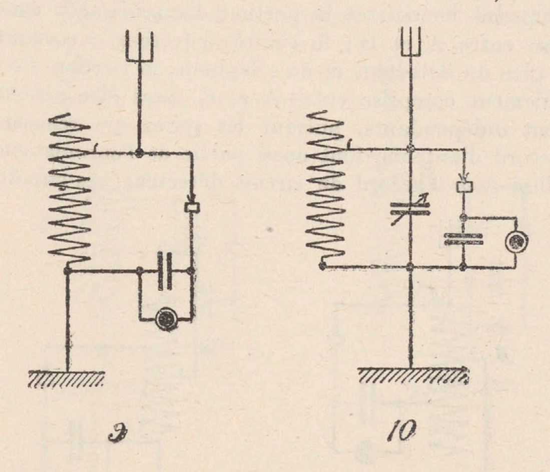


circuit, suivant l'accord réalisé par la bobine de self, le détecteur et le téléphone montés en série. Cet inconvénient peut même supprimer toute réception dans le cas où un petit nombre de spires est intercalé dans l'antenne. On remédie à ce danger en

coupant le circuit détecteur par un condensateur fixe de .001 à .004 mf. comme l'indique le schéma n° 7.

8) Cette combinaison est préférable à la précédente : le condensateur étant utilisé comme shunt du téléphone, il s'ensuit un moindre amortissement dans le circuit.

9) Le dispositif n° 9 est tout à fait pratique et doit être pour cela recommandé aux débutants ; il ne

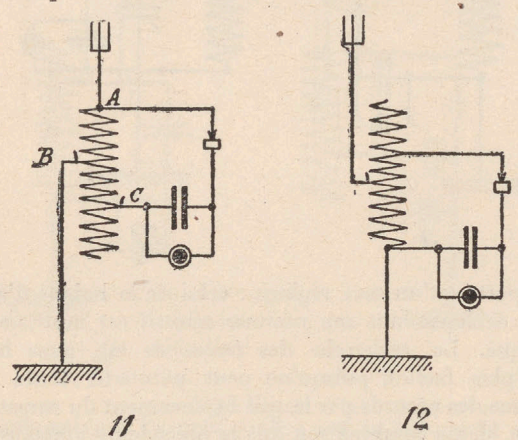


comporte qu'un seul réglage : celui de la bobine d'accord et cependant son pouvoir sélectif est nettement marqué. La recherche des émissions est, avec lui, des plus faciles, puisqu'on peut parcourir toute la gamme des accords par le seul déplacement du curseur.

10) Même combinaison que la précédente améliorée, au point de vue sélectif, par le condensateur variable de 0 à .003 microfarad dont l'appoint permet d'accorder exactement le circuit détecteur pour une période déterminée d'oscillation de l'antenne.

Utilisation d'une bobine à 2 curseurs. — Les montages qui précèdent confondent entièrement le circuit détecteur dans le circuit antenne-terre ; cette dépendance forcée ne permet pas de modifier l'accord d'un des circuits sans désaccorder automatiquement l'autre. L'emploi d'une bobine à deux curseurs affranchit, en partie, ces circuits de leur mutuelle sujétion.

11) Dans cette combinaison le circuit d'antenne comprend l'aérien et la portion d'enroulement comprise entre A et B ; le circuit détecteur comprend, en plus du détecteur et du téléphone, la portion d'enroulement comprise entre A et C. Sans être absolument indépendants, puisque les spires qui réalisent l'accord d'antenne font aussi partie de l'enroulement utilisé pour l'accord du circuit détecteur, ces circuits



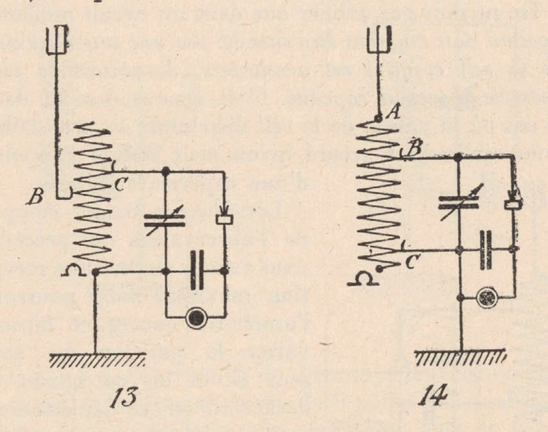
peuvent être accordés séparément et la correction du réglage de l'un ne modifie pas nécessairement le réglage de l'autre.

Pour utiliser le dispositif, on donne à l'enroulement

compris entre A et C une valeur moyenne proportionnée à la longueur d'onde à recevoir, on règle ensuite l'importance de AB jusqu'à ce que le son perçu dans les téléphones atteigne une hauteur maxima et on revient au circuit détecteur dont on corrige l'accord en modifiant la position de C.

12) Même montage que le précédent, mais légèrement plus sélectif.

13) La présence d'un condensateur variable dans



13 14

le circuit détecteur permet un accord plus précis de ce circuit dont il diminue également l'amortissement imputable à la résistance du détecteur et à l'insuffisance du condensateur shuntant le téléphone.

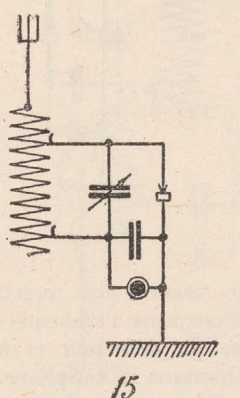
Un condensateur variable de .003 microfarad placé, selon le schéma n° 13, dans un circuit détecteur, peut faire varier à lui seul dans la proportion de 1 à 3 la gamme d'accords de ce circuit.

14) Le dispositif n° 14 est celui qui assure la meilleure sélection des radiotélégrammes lorsqu'on fait

usage d'une bobine à deux curseurs. Il ne présente aucune difficulté de réglage.

Pour la recherche d'une émission, on place le curseur B en A à l'entrée de la bobine, le condensateur réglable étant à zéro, on parcourt alors l'échelle des accords par le seul déplacement du curseur C. Si l'accord voulu n'est pas réalisé lorsque le curseur arrive vers Ω, ayant parcouru toute la bobine, on utilise le condensateur variable.

On ne doit pas oublier que dans un circuit oscillant, *l'accord doit toujours être cherché par une augmentation de la self et qu'il est avantageux de réduire le plus possible le facteur capacité.* C'est donc seulement dans le cas où la valeur de la self disponible est trop faible pour réaliser cet accord qu'on peut utiliser l'appoint d'une capacité auxiliaire.


15

Lorsque, en tenant compte de l'observation qui précède, nous aurons obtenu une réception maxima, nous pourrons l'améliorer encore en faisant varier la position du curseur B. et en corrigeant le désaccord que ce déplacement entraîne nécessairement dans le circuit détecteur.

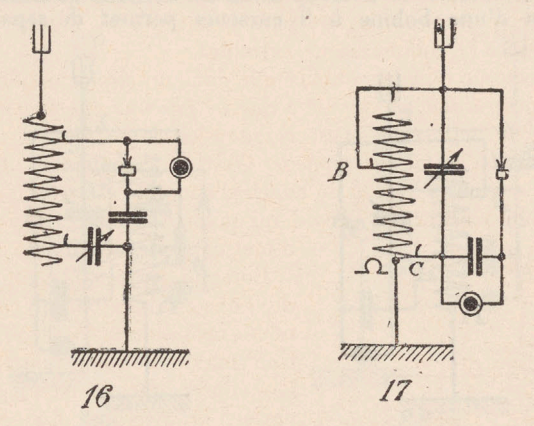
15) Une variante de la combinaison prédécente, un peu moins sélective.

16) Le montage indiqué par le diagramme nº 16 exige sans doute un réglage moins minutieux que les deux précédents, mais il est aussi moins sélectif.

17, 18, 19). Ces trois diagrammes représentent trois positions d'un même montage. Nous le recom-

mandons tout particulièrement aux amateurs de T. S. F. encore peu exercés, parce qu'il permet de passer aisément d'une position favorable à la recherche des émissions à une position facilitant leur sélection.

Le schéma n° 17 montre l'arrangement des appareils en position omnibus pour la recherche des émissions ; le condensateur variable est au zéro et le curseur C



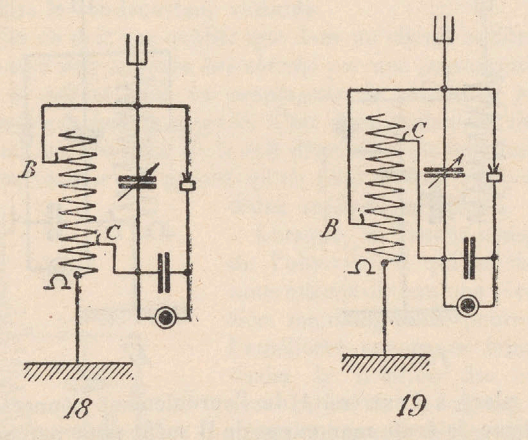
est placé à l'extrémité de l'enroulement connecté à la terre, la seule manœuvre de B suffit pour parcourir toute l'échelle des accords réalisables avec la bobine de self.

Dans la position figurée sur le schéma n° 18, le curseur C a été relevé ; le circuit d'antenne qui traverse la bobine de B en Ω est partiellement commun avec le circuit détecteur qui comprend la portion de bobine comprise entre B et C. Le couplage des deux circuits est dit *serré*.

Le diagramme n° 19 montre au contraire les deux circuits en accouplement *lâche*, la partie du circuit d'antenne comprise entre B et Ω étant complètement

en dehors du circuit détecteur. L'emploi d'un accouplement lâche entre le circuit d'antenne et le circuit détecteur rend possible une sélection presque parfaite des radiotélégrammes, puisqu'il évite la réaction mutuelle des circuits chevauchants, obstacle insurmontable à un réglage précis.

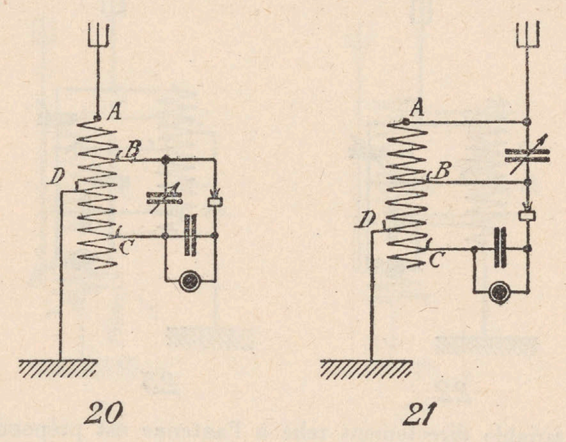
Utilisation d'une bobine à 3 curseurs. — L'emploi d'une bobine à 3 curseurs permet de séparer



entièrement le circuit d'antenne et le circuit détecteur lorsque cette séparation est nécessaire pour assurer l'élimination de signaux perturbateurs.

20) Le schéma n° 20 représente la meilleure utilisation connue d'une bobine d'accord à 3 curseurs. Cette combinaison assure une excellente sélection des messages et l'élimination des bruits parasites dus aux décharges atmosphériques ou aux phénomènes d'induction dans le voisinage des lignes parcourues par des courants électriques, lorsque l'énergie perturbatrice n'est pas très importante.

Pour utiliser ce montage, on commence par donner une valeur de self moyenne au circuit détecteur en séparant convenablement les curseurs B et C, le condensateur variable étant à zéro ; on accorde alors le circuit antenne-terre par la manœuvre du curseur D, après quoi on parfait le réglage du circuit détecteur. Lorsque les deux circuits, convenablement



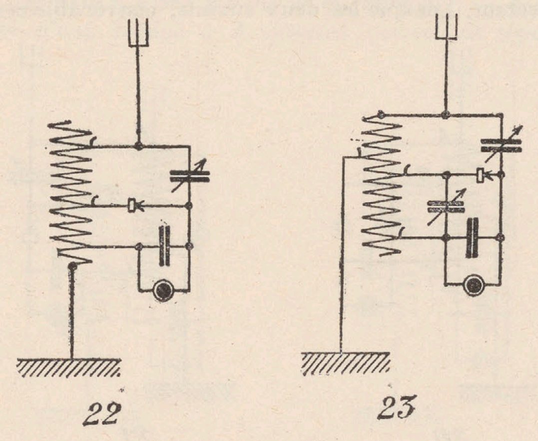
accordés, donnent une réception maxima, on serre ou on relâche leur accouplement en déplaçant simultanément les deux curseurs B et C entre lesquels le même nombre de spires doit être maintenu.

21) Ce dispositif, un peu plus compliqué que le précédent, est à recommander dans le voisinage de lignes alimentant des arcs électriques; il est préventif des perturbations causées par l'induction de ces lignes. La valeur de la capacité variable et le nombre des spires entre B et D ont une grande influence sur l'élimination de bruits parasites.

22) Même genre de combinaison que la précédente,

un peu moins sélective, mais aussi d'un réglage moins minutieux.

23) Le pouvoir sélectif de ce dispositif est plus marqué que celui des deux précédents, il est particulièrement efficace contre les troubles causés par les décharges atmosphériques. Le rôle du condensateur



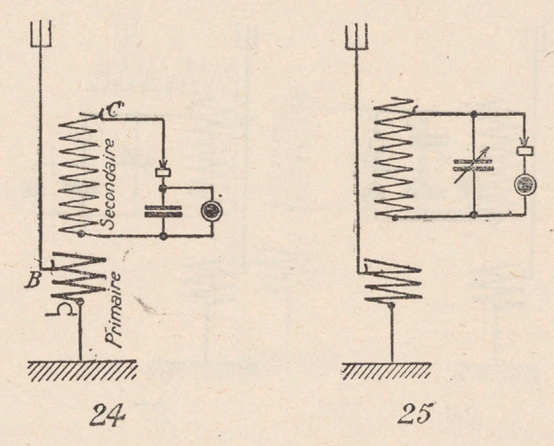
variable directement relié à l'antenne est prépondérant pour l'élimination des signaux parasites.

Utilisation d'un transformateur d'induction. — Le transformateur d'induction est l'appareil d'accord et de réglage le plus pratique et le plus efficace; pour assurer une réception parfaite des radiotélégrammes.

Les deux circuits qui composent un tel appareil étant complètement indépendants, et leur accouplement étant susceptible de varier d'une valeur nulle à une valeur très grande, il est possible de réaliser avec eux des réglages précis, harmonisés pour un maximum d'effet.

24) Le diagramme n° 24 représente le plus simple des montages avec transformateur.

On utilise ce dispositif de la manière suivante : le circuit détecteur étant réglé à une valeur moyenne de self-induction par le jeu du curseur C, on accorde le circuit d'antenne appelé aussi *circuit primaire*, après quoi on corrige, s'il y a lieu, l'accord du circuit

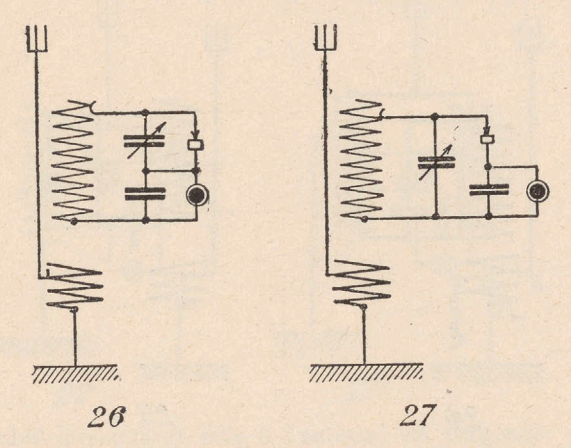


détecteur ou *secondaire* ; en dernier lieu on parfait la réception en relâchant plus ou moins l'accouplement des deux circuits. Cette manœuvre est d'autant plus aisée que l'une des bobines constituant un transformateur est mobile à l'intérieur de l'autre.

25) Par commodité, l'enroulement secondaire d'un transformateur d'induction n'est habituellement réglable que par plots et chaque variation d'accord exige l'appoint ou la suppression dans le circuit détecteur d'une fraction d'enroulement de 10 ou 20 spires à la fois ; il s'ensuit qu'un accord satisfaisant ne peut être obtenu par la seule utilisation de

l'enroulement et que l'emploi d'une capacité variable auxiliaire est indispensable pour suppléer, dans le circuit détecteur, à l'insuffisance d'une self-induction toujours approximative. Le dispositif représenté par le schéma n° 25 répond à cette exigence.

Si le réglage du circuit secondaire nécessite, par exemple, pour une réception donnée, la mise en circuit de



26 27

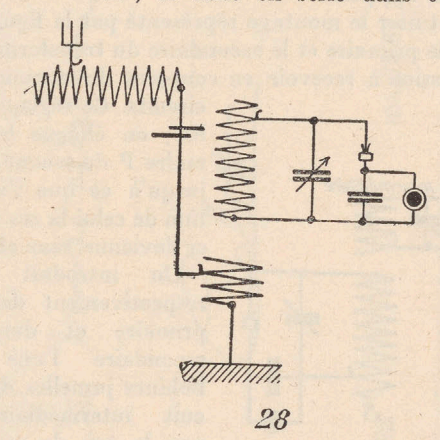
64 spires, l'accord sera réalisé en prenant 6 fractions de 10 spires ou 3 fractions de 20 spires selon le fractionnement adopté, et le déficit de self-induction des 4 spires manquantes sera comblé par l'apport d'un supplément de capacité fourni par le condensateur variable.

26) Le diagramme n° 26 représente le dispositif employé au poste de la Tour Eiffel pour la réception avec détecteur à cristaux : le téléphone est shunté par un condensateur fixe de .004 microfarad et le détecteur par un condensateur variable de 0 à .003 microfarad.

27) Nous préférons le montage n° 27 au montage

précédent. On peut dire que c'est le montage populaire par excellence ; c'est celui que nous recommandons aux amateurs en raison de sa facilité de réglage et de l'excellence de son rendement.

28) L'appoint d'une self additionnelle dans le circuit d'antenne permet la réception des très grandes longueurs d'onde ; la mise en série dans ce même



28

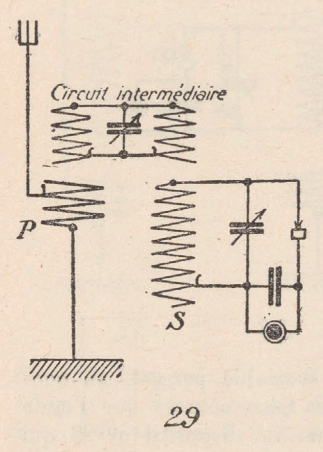
circuit d'un condensateur variable permet, au contraire, la réception d'ondes plus courtes que l'onde caractéristique de l'antenne. Le dispositif n° 28 qui réunit ces deux avantages est donc à adopter par les amateurs qui veulent assurer à leur table de réception une échelle d'accords très étendue.

Circuits trieurs. — On obtient avec les dispositifs représentés par les schémas n° 29, n° 30 et n° 31 des effets sélectifs absolument merveilleux, malheureusement le réglage en est assez compliqué et le rendement parfois médiocre. L'accouplement des circuits primaire et secondaire ne se fait plus ici

directement mais par l'intermédiaire d'un ou de plusieurs circuits auxiliaires dont le nombre améliore la sélection mais affaiblit progressivement l'intensité des signaux.

Nous ne conseillons donc l'emploi de ce dispositif que lorsqu'il y a nécessité absolue d'isoler rigoureusement une réception.

Pour utiliser le montage représenté par la figure 29, on règle le primaire et le secondaire du transformateur sur l'émission à recevoir en couplant directement ces circuits. Ce réglage réalisé, on éloigne le primaire P du secondaire S jusqu'à ce que l'induction de celui-là sur celui-ci devienne sans effet.



29

On introduit alors respectivement dans le primaire et dans le secondaire l'une des bobines jumelles du circuit intermédiaire et par le jeu du condensateur variable monté en parallèle avec ces bobines, on fait réapparaître les signaux éteints. On corrige ensuite s'il y a lieu le réglage des différents circuits.

Le condensateur variable du circuit intermédiaire aura toujours une grande capacité, 01 de microfarad, par exemple, et les bobines jumelles une self-induction relativement petite.

30) Le diagramme n° 30 montre le condensateur du circuit intermédiaire disposé en série avec les bobines jumelles ; la valeur de l'inductance totale

Colette et Serge BOUSGARBIER

Bonjour James,

je vous souhaite bonne réception

Cordialement

Colette

8, allée des Grandes Trèves

69290 ST GENIS LES OLLIERES

04 78 57 36 59

di
pl
la
de

qu
me

on
su

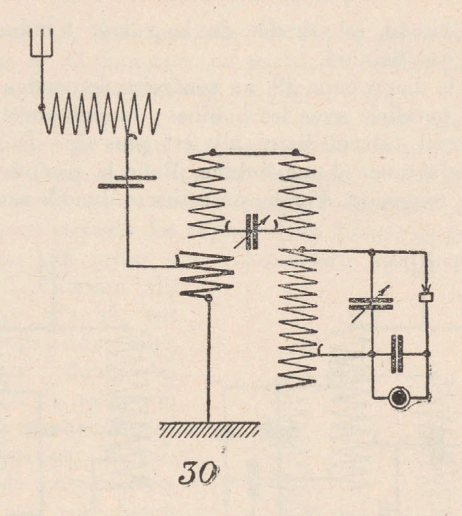
P

ra
y

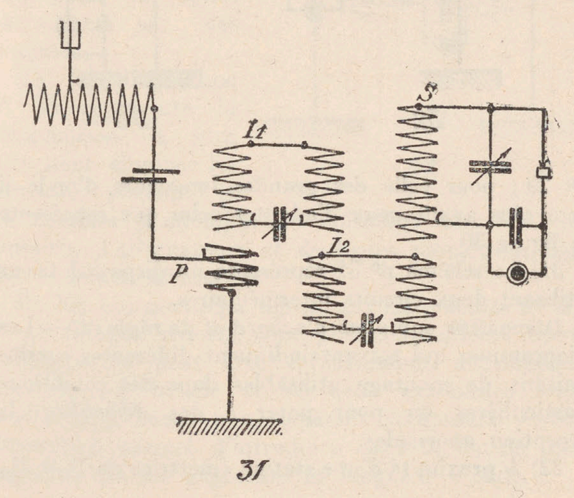
au
pa
re

du

bobines jumelles ; la valeur de l'inductance totale



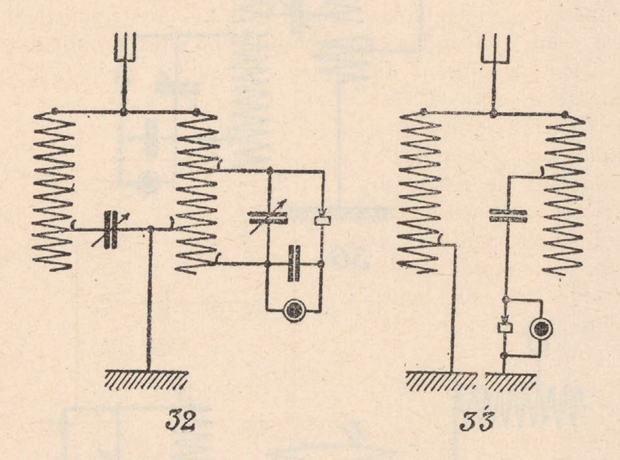
30



31

de ce circuit est *double* de la valeur d'inductance d'une des bobines.

Sur le diagramme 29, au contraire, le condensateur est en parallèle avec les bobines ; l'inductance totale du circuit intermédiaire n'y est plus que *la moitié* de l'inductance d'une bobine. Pour la réception des petites longueurs d'onde, on utilisera donc le montage



nº 29 ; pour celle des grandes longueurs d'onde il sera plus avantageux d'adopter celui que représente la figure 30.

31) Le schéma nº 31 représente un dispositif trieur utilisant deux circuits intermédiaires.

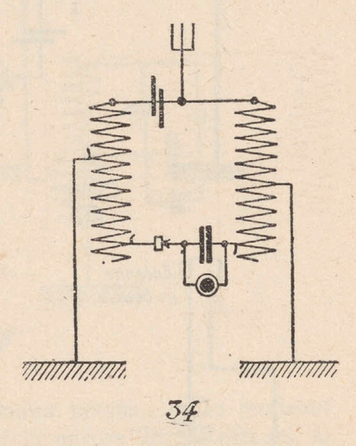
Dispositifs complets d'accord et de réglage. — Les diagrammes qui suivent indiquent différentes combinaisons de montage utilisables dans des conditions particulières ou pour parer à des difficultés de réception anormales.

32) A proximité d'une station émettrice de T. S. F.,

la disposition des appareils récepteurs selon le diagramme n° 32 éliminera, en partie, les causes perturbatrices des transmissions voisines.

33) Plus simple que le précédent, mais utilisant deux prises de terre établies sur le même plan à 1 m. 50 l'une de l'autre, le dispositif n° 32 permet d'éliminer la gêne causée par les parasites atmosphériques violents. Le réglage de la bobine de gauche est celui qui influe sur l'élimination des troubles.

34) L'adoption du montage n° 34 est recommandée aux amateurs dont les appareils de réception seraient fâcheusement influencés par le voisinage de moteurs électriques ou de lignes parcourues par des courants.

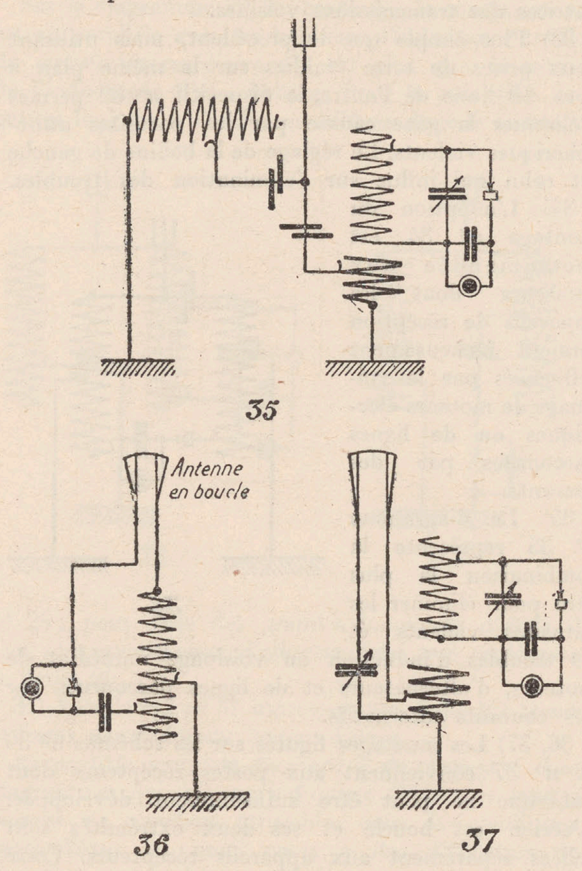


34

35) Le diagramme n° 35 représente la combinaison la plus sûre pour éliminer les parasites violents et les troubles d'induction au voisinage immédiat de moteurs, d'alternateurs et de lignes parcourues par des courants alternatifs.

36, 37) Les montages figurés sur les schémas n° 36 et n° 37 conviennent aux postes récepteurs dont l'antenne ne peut être suffisamment développée. L'aérien est bouclé et ses deux extrémités sont reliées séparément aux appareils récepteurs. Cette disposition permet d'introduire dans la boucle une capacité qui en augmente la longueur d'onde.

38) Le diagramme n° 38 est une réplique du schéma n° 35 adaptée à une antenne en boucle.



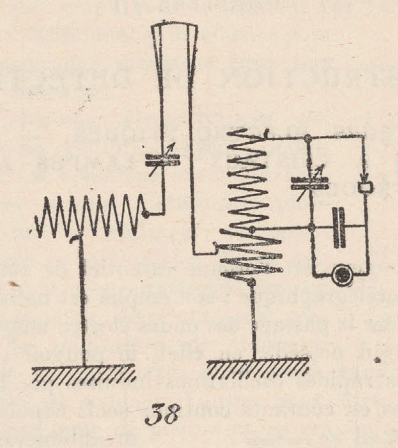
35

36

37

Les amateurs de T. S. F. trouveront intérêt à réaliser les différents montages que nous venons de

décrire et même à en combiner de nouveaux. Ces essais seront pour eux un passe-temps instructif, riche peut-être d'heureuses découvertes ; ils seront étonnés parfois de l'importance de l'ordre dans lequel sont reliés sur une table de réception les divers appareils et de l'effet d'un arrangement favorable sur la netteté



38

ou sur la force des signaux perçus ; ils se rendront compte aussi en variant la nature des détecteurs, la résistance des téléphones, la valeur des capacités et des selfs, que tel dispositif donne suivant les éléments qui le composent des résultats non identiques et qu'on ne peut, pour cette raison, comparer utilement la valeur de deux appareils différents sur un montage unique.

CHAPITRE III

CONSTRUCTION DE DÉTECTEURS

DÉTECTEURS ÉLECTROLYTIQUES. — DÉTECTEURS A CRISTAUX. — LAMPES A TROIS ÉLECTRODES

Le détecteur est l'organe essentiel de tout récepteur radiotélégraphique ; son emploi est indispensable pour déceler le passage des ondes électro-magnétiques. Cet appareil possède, en effet, le pouvoir de transformer les rapides oscillations induites par les ondes réceptrices en courants continus seuls capables d'impressionner des appareils avertisseurs.

Fig. 37. — Détecteur électrolytique.

Le nombre des détecteurs imaginés est considérable et le principe sur lequel est basée l'action de chacun d'eux se rattache à des phénomènes physiques très différents. Il serait cependant sans intérêt, dans une étude uniquement pratique, de passer en revue ces divers instruments ; nous nous bornerons donc à parler des plus répandus et des plus avantageux :

détecteurs électrolytiques, détecteurs à cristaux et *détecteurs à gaz ionisé ou tubes à vide.*

I. **Détecteurs électrolytiques.** — Le détecteur électrolytique, imaginé par M. le Général Ferrié, a puissamment contribué au rapide développement de la télégraphie sans fil en permettant de remplacer l'enregistrement graphique au cohéreur par l'écoute téléphonique infiniment plus efficace pour la réception des messages émis aux grandes distances.

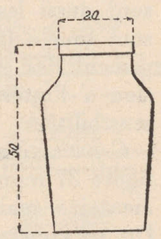


Fig. 38. — Vase pour détecteur électrolytique.

Le détecteur électrolytique est employé en radiotélégraphie depuis 1900. Il est constitué par deux électrodes ou pointes métalliques plongeant dans un récipient contenant une solution conductrice d'eau acidulée. L'une des électrodes est un fil de platine de deux ou trois centièmes de millimètre de diamètre affleurant à l'extrémité d'un tube capillaire dans lequel elle est soudée ; l'autre peut être un fil de platine, une lame de plomb ou un crayon de charbon de cornue.

Une pile et un téléphone sont montés en série avec le détecteur, le pôle positif de la source électromotrice étant connecté à l'électrode en fil fin (anode).

La décomposition de l'eau acidulée par le courant de la pile fait naître sans cesse à l'extrémité de l'électrode positive une bulle d'oxygène qui interrompt momentanément le courant ; mais dès qu'une oscillation dérivée de l'antenne vers l'anode vient crever la bulle, le courant traverse brusquement le liquide et passe par le téléphone qui fait entendre un bruit sec.

Le détecteur électrolytique fonctionne régulièrement, il est très sensible, mais fragile ; les ondes puissantes et les décharges électriques de l'atmosphère (parasites) le mettent parfois hors de service en brûlant le cheveu de platine de l'anode.

On trouve dans le commerce un grand nombre de modèles de détecteurs électrolytiques ; les plus simples sont aussi les meilleurs. Les appareils en vase clos sont tout à fait à rejeter parce qu'à l'usage le dégagement des gaz augmente considérablement la pression à l'intérieur du détecteur au détriment de la sensibilité.

Construction d'un détecteur électrolytique. — La figure 37 représente un détecteur électrolytique rudimentaire, mais très pratique et de grande sensibilité. Un tel appareil est facilement réalisable et n'atteint qu'un prix de revient très modique.

Le récipient destiné à contenir la solution électrolytique est un flacon de verre à large goulot d'une capacité de 15 à 20 cm³ environ (fig. 38).

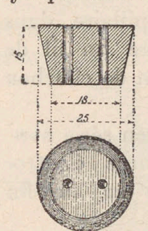
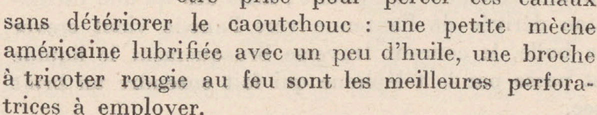


Fig. 39. — Bouchon de caoutchouc.

Le bouchon est en caoutchouc, matière inattaquable par l'eau acidulée ; on le choisit de dimensions convenables pour qu'il ne pénètre pas trop avant dans le col du vase. Deux petits canaux le traversent et sont utilisés pour le passage à joint étanche des deux électrodes du détecteur (fig. 3). Quelque précaution doit



être prise pour percer ces canaux sans détériorer le caoutchouc : une petite mèche américaine lubrifiée avec un peu d'huile, une broche à tricoter rougie au feu sont les meilleures perforatrices à employer.

La figure 40 représente l'électrode positive du détecteur ; cette électrode est un organe délicat dont la construction demande un peu d'habileté.

La méthode suivante est tout à fait recommandable pour obtenir une anode à fil très fin et partant très sensible. On étrangle en son milieu, en l'étirant légèrement dans la flamme d'une lampe à alcool, un tube de verre de 4 mm. de diamètre et de 10 cm. de longueur (fig. 41), 1re phase) et dans l'étroit canal ainsi réalisé on glisse un fragment de fil de platine de 3/100 de millimètre de diamètre (2e phase) ; en fondant, le verre étiré se soude au cheveu métallique et l'emprisonne étroitement. On laisse un peu refroidir ; puis, provoquant sur une faible longueur de l'étranglement une demi-fusion du verre, on éloigne l'une de l'autre les mains qui soutiennent le tube, le brin de platine s'allonge en même temps que sa gaine en s'effilant comme elle et le tube se divise en deux

Borne
Cire
Tube de verre
Fil conducteur
Mercure
Fil de platine

Fig. 40. — Électrode positive ou anode.

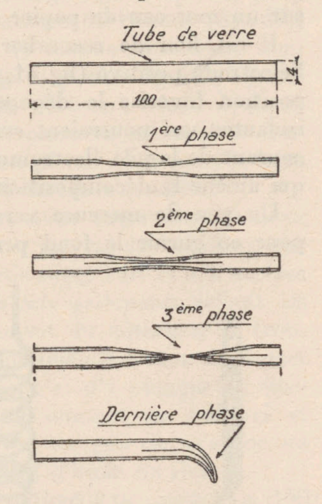


Fig. 41. — Phases de fabrication d'une électrode positive.

tronçons dont chacun constitue une électrode positive ayant souvent une âme métallique de moins de 1/100 de millimètre de diamètre (3e phase).

On présente à la flamme la pointe de chaque tronçon, la fusion du verre y détermine une demi-perle à la surface de laquelle affleure le cheveu de platine ; on arrase enfin celui-ci en frottant légèrement la perle sur un morceau de papier émeri très fin (no 00000).

Il est bon de recourber en sabot l'extrémité de l'électrode positive (fig. 41, dernière phase). Cette disposition favorise le dégagement des bulles gazeuses isolantes qui pourraient coiffer le fil de platine si le courant de la pile électromotrice dépassait la tension qui amène la décomposition de l'eau acidulée.

Un peu de mercure versé dans le tube de verre pour en garnir le fond permet de relier électrique-

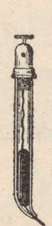


Fig. 42. — Électrode négative (cathode) à fil de platine.

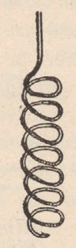


Fig. 43. — Électrode négative en plomb.



Fig. 44. — Électrode négative en charbon de cornue.

ment et commodément le fil capillaire de l'électrode à un conducteur plus gros aboutissant à une borne scellée à la cire sur l'orifice du tube (fig. 40). Après cette dernière opération, l'électrode positive est prête à être utilisée.

L'électrode négative se construit exactement suivant le même procédé, mais le fil de platine employé doit avoir 4 à 5/10 de millimètre de diamètre et dépasser le tube de garde de 4 à 5 mm. environ (fig. 42).

A la rigueur, et par économie, une simple lame de plomb, quelques spires d'alliage fusible (plomb pour 4 à 5 ampères) enroulées autour de l'anode (fig. 43); un cylindre de charbon de cornue provenant d'un élément de pile pour lampe de poche (fig. 44) peuvent constituer une cathode de détecteur électrolytique. Quelques constructeurs se contentent même pour électrode négative d'un vase en plomb contenant le bain d'eau acidulée où plonge l'électrode positive.

Il est important de bien isoler entre elles les deux électrodes à leur passage à travers le bouchon, car s'il se produisait à leur partie supérieure et à la surface du bouchon un dépôt de *sels grimpants* reliant les bornes, le bon fonctionnement du détecteur se trouverait compromis ; en conséquence avant de verser l'électrolyte dans le récipient et d'y plonger les électrodes, on badigeonnera le sommet de celles-ci et la surface du bouchon avec un peu de vaseline ou mieux avec quelques gouttes d'huile de ricin.

Le bain d'eau acidulée contient à peu près 10 p. 100 (en volume) d'acide sulfurique pur *au soufre*. L'acide doit être versé goutte à goutte dans l'eau maintenue en mouvement au moyen d'un agitateur en verre ; l'opération se fait lentement et avec précaution. La concentration du bain en acide n'a pas une influence appréciable sur la sensibilité du détecteur et la solution au 1/10 nous semble être la plus avantageuse.

Utilisation du détecteur électrolytique. — La figure 45 représente le montage de principe du détecteur électrolytique. Le détecteur est placé en série avec une

pile et un écouteur téléphonique ; l'anode est reliée à l'antenne, l'électrode négative à la terre.

Le courant de la source électromotrice doit nécessairement traverser le détecteur dans le sens anode-cathode ; c'est pour cela que le pôle positif de la pile se trouve du côté de l'électrode à fil fin.

Le détecteur électrolytique ne fonctionne normalement que si la force électromotrice appliquée aux électrodes ne dépasse pas celle qui produirait l'électrolyse de l'eau acidulée ; lorsque le courant dépasse cette valeur, des bulles de gaz (oxygène à l'anode, hydrogène à la cathode) prennent sans cesse naissance sur les électrodes et troublent la réception.

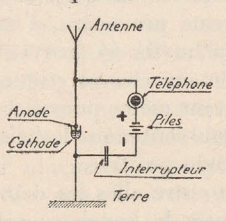


Fig. 45. — Montage élémentaire d'un détecteur électrolytique.

La force électromotrice favorable varie suivant la construction du détecteur, la nature et les dimensions des électrodes, la composition et la concentration de l'électrolyte, la température, etc., etc. ; mais en général la tension optima varie entre 1 v. 5 et 3 volts.

Le débit étant extrêmement faible, on peut utiliser comme source électromotrice de vieilles piles pour lampes de poche ; en assemblant des éléments plus ou moins usés on parvient économiquement à réaliser un voltage convenable.

Entre deux réceptions, il est inutile de laisser débiter la source électromotrice à travers le détecteur, quelque minime que soit la consommation ; en conséquence un interrupteur de courant doit être prévu dans un montage avec électrolytique.

Le dispositif que reproduit la figure 46 est celui

qui est communément adopté pour l'agencement des petits récepteurs horaires : le détecteur, la pile, le téléphone et une bobine d'accord sont montés en série et constituent le circuit de réception. L'antenne et la terre sont respectivement reliées à un point différent de la self d'accord dont une portion se trouve ainsi insérée dans le circuit oscillant extérieur.

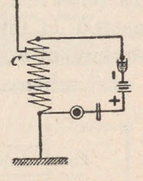


Fig. 46. — Montage d'un récepteur horaire avec électrolytique.

Le circuit du détecteur n'est pas modifiable ; il est accordé une fois pour toutes sur l'émission unique à recevoir, seul le circuit antenne-terre est réglable par déplacement du curseur C ; ce circuit ne saurait en effet comme le précédent être fixé d'avance, puisque les dimensions de l'antenne, variables suivant les ressources locales, interviennent pour déterminer sa valeur.

Sur le schéma de la figure 47, le téléphone et la force électromotrice ne sont plus en série avec le détecteur, mais en dérivation sur lui. Cette nouvelle disposition diminue favorablement l'amortissement qu'apportait dans le circuit de réception la grande résistance de l'électrolytique, mais elle exige l'emploi d'un petit condensateur d'arrêt (de 001 de microfarad) pour empêcher la mise en court circuit de la pile par l'enroulement de la self d'accord.

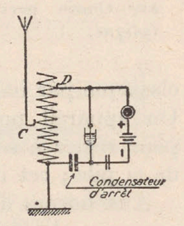


Fig. 47. — Montage d'un électrolytique avec bobine d'accord.

Le curseur C permet d'accorder le circuit de l'antenne, le curseur D celui du circuit du détecteur ; l'appareil n'est plus rivé,

grâce à ce double réglage, à une seule émission.

Le diagramme de la figure 48 ne diffère du précédent que par la présence d'un condensateur variable shuntant le détecteur et destiné à assurer le libre passage des oscillations contrarié par la résistance du détecteur et celle de la pile et du téléphone. La netteté et l'intensité des signaux perçus sont considérablement augmentées par l'appoint de cette capacité.

Le schéma de la figure 49 est celui du montage

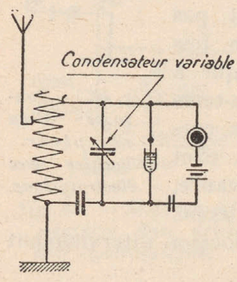


Fig. 48. — Montage classique sur Oudin avec électrolytique.

Fig. 49. — Montage classique sur Tesla et potentiomètre.

classique par induction avec détecteur électrolytique. Un appareil nouveau est utilisé dans ce montage pour régler à sa valeur la plus favorable la tension de la pile ; cet instrument est un *potentiomètre.*

Aux bornes d'une source électromotrice de 4 volts, par exemple, on branche une forte résistance AB de 2000 ohms environ, de manière à ce que le débit de la pile à travers cette résistance reste très faible. Une chute de potentiel de 4 à 0 volt s'établit régulièrement le long de la résistance, de sorte qu'avec un curseur C mobile entre A et B, on peut appliquer aux électrodes du détecteur une différence de poten-

tiel comprise entre 0 et 4 volts en s'arrêtant au point qui fournit la meilleure réception.

Il est facile de construire un potentiomètre (fig. 50) en bobinant à tours jointifs 100 m. de fil de maillechort de 15/100 de millimètre de diamètre, isolé à la soie sur un rouleau de bois mesurant 18 cm. de longueur et 3 cm. de diamètre. L'enroulement terminé est gommelaqué, puis dénudé suivant une génératrice pour permettre un bon contact électrique du curseur sur chaque spire.

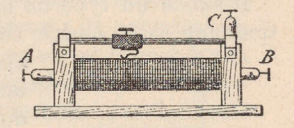


Fig. 50. — Potentiomètre à curseur.

Dix petites bobines garnies de fil de maillechort et commandées par une manette à plots peuvent remplacer le potentiomètre à curseur ; chaque petite bobine porte environ 10 m. de fil résistant isolé à la soie ou au coton. Dans ce cas, on peut adopter un diamètre de fil très fin (1/10 de millimètre par exemple) ou augmenter la longueur du conducteur bobiné afin de réaliser une résistance totale de 2 000 ohms environ, suffisante pour empêcher une polarisation trop rapide de la pile ; avec une résistance faible, il est préférable d'avoir comme source électromotrice des accumulateurs.

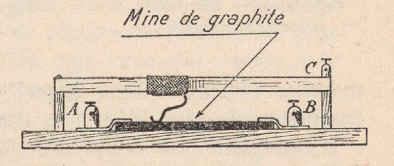


Fig. 51. — Potentiomètre de fortune.

On peut enfin confectionner un potentiomètre de fortune en utilisant la résistance d'une mine de graphite provenant d'un crayon de charpentier (fig. 51).

Le montage que représente la figure 52 tire aussi parti de la semi-conductibilité d'une mine de crayon pour régler la tension de la pile dans un dispositif simplifié avec détecteur électrolytique.

Il existe un type de détecteur électrolytique fonctionnant sans source électromotrice auxiliaire ; cet appareil (fig. 53) comprend une anode identique à celle du modèle courant, mais la cathode, toujours à pointe de platine, est noyée dans un amalgame spécial composé de

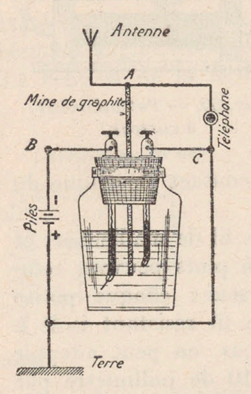


Fig. 52. — Montage potentiométrique.

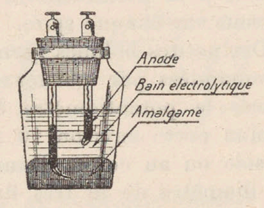


Fig. 53. — Détecteur à amalgame.

mercure (4 cm^3) dans lequel on a jeté quelques fragments de zinc (4 gr.) et d'étain pur (1 gr.).

L'amalgame est recouvert d'électrolyse (eau acidulée au 1/10) ; l'électrode positive baigne seulement dans l'électrolyte, l'extrémité active de l'électrode négative plonge *seulement dans l'amalgame.*

Ce détecteur, dû à M. Jégou, se monte exactement comme un détecteur à cristaux, il est un peu moins sensible.

Les téléphones à utiliser dans les circuits de réception comprenant un détecteur électrolytique doivent avoir une résistance ohmique en rapport avec la résis-

tance élevée du détecteur. Un bon choix portera donc toujours sur des écouteurs ayant une résistance comprise entre 2 000 et 10 000 ohms.

A défaut d'écouteurs spéciaux, on peut utiliser des téléphones de réseau dont la résistance s'établit entre 150 et 500 ohms ; mais le rendement de ces appareils est très inférieur à moins qu'ils ne soient branchés aux bornes secondaires d'un petit transformateur téléphonique dont le primaire de haute résistance est intercalé dans le circuit de l'électrolytique (voir les détails de construction de ce transformateur à la fin du chapitre consacré à l'amplificateur à basse fréquence).

Réglage du détecteur électrolytique. — Le réglage du détecteur électrolytique s'effectue en cherchant la valeur de la résistance variable du potentiomètre qui convient au meilleur fonctionnement de l'appareil, ce que l'on reconnaît à la disparition du crissement que provoque dans le téléphone le dégagement de bulles gazeuses sur les électrodes.

L'intensité du son perçu pour les émissions très puissantes est d'autant plus forte avec un détecteur électrolytique que le fil de platine de l'anode est plus gros (4/100 de millimètre, par exemple) ; mais, par contre, un tel fil ne permet pas la réception des faibles émissions, la petite quantité d'énergie recueillie par l'antenne étant insuffisante dans ce cas pour crever la pellicule d'oxygène relativement énorme qui coiffe (polarise) l'extrémité de l'électrode positive.

En essayant un détecteur électrolytique il y a lieu de toujours tenir compte de cette particularité pour se garder de juger la valeur de l'appareil sur la seule réception d'une émission puissante.

II. *Détecteurs à cristaux.* — Les détecteurs à cristaux sont, entre tous les révélateurs d'ondes, les plus répandus parce qu'ils sont les plus simples, les

plus économiques et les plus efficaces. Plus sensibles encore que l'électrolytique, ils ont sur lui l'avantage de fonctionner sans pile et de n'exiger aucune dépense d'entretien.

Les détecteurs à cristaux sont constitués par le contact rectifiant de deux corps de conductibilité différente, matière cristallisée et métal, minerai et com-

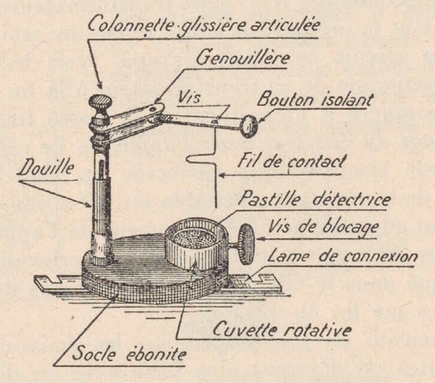


Fig. 54. — Détecteur à cristaux modèle F. Duroquier.

posé semi-conducteur, parfois aussi par le contact de deux minerais.

Ces contacts ont la propriété de se laisser traverser dans un sens par les courants positifs et de rester infranchissables aux courants négatifs. Il en résulte pour les courants alternatifs de haute fréquence qui les atteignent, une sélection automatique des phases négatives ou positives déterminant un courant pulsatoire direct capable d'agir sur un appareil avertisseur.

Le seul reproche qu'on peut faire au détecteur à cristaux, c'est de se dérégler parfois sous l'influence

des trépidations, encore pare-t-on à cet inconvénient en utilisant une matière détectrice à régions sensibles très étendues.

Construction d'un détecteur à cristaux. — Les dispositifs mécaniques imaginés pour assurer le réglage et la stabilité des détecteurs à cristaux sont fort nombreux ; les moins compliqués sont les plus efficaces. Ce qu'il faut rechercher avant tout dans ces appareils c'est la commodité d'utilisation, l'exploration rapide de toute la surface de la matière détectrice, la possibilité d'obtenir sans complication de vis micrométriques et de ressorts des pressions de contact réglables et stables. Les détecteurs dans lesquels la matière rectifiante n'est pas visible sont toujours défectueux ; il importe aussi que cette matière soit aisément accessible.

Nous nous sommes appliqués à créer un modèle de détecteur à cristaux qui réponde à la fois par sa disposition mécanique et par la valeur de la matière détectrice employée aux exigences qui précèdent ; c'est celui que représente la figure 54.

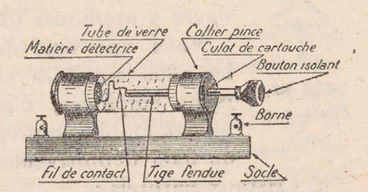


Fig. 55. — Détecteur d'amateur.

L'amateur n'éprouvera aucun embarras pour confectionner lui-même un détecteur à cristaux ; il trouvera dans le chapitre V consacré aux petits récepteurs portatifs de T. S. F. deux ou trois types d'appareils de grande simplicité ; nous y ajouterons le modèle que reproduit la figure 55 construit avec deux culots de cartouche et un petit manchon de verre.

La matière détectrice est enchâssée dans une pastille d'étain coulée dans l'un des culots ; une tige cylindrique fendue portant à une extrémité un fil-ressort de contact et de l'autre un bouton isolant glisse à frottement doux dans la lumière à capsule de l'autre culot. Un tube de verre de quelques centimètres de longueur, du même calibre que les culots, réunit ces derniers en épousant par ses bouts une collerette de carton formée par une étroite bande de la douille sectionnée seulement à quelques millimètres du bord des culots (fig. 56).

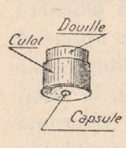


Fig. 56. — Fond de cartouche.

Deux colliers-pinces en laiton (fig. 57) maintiennent le dispositif sur un socle de bois et relient la pastille détectrice et la pointe de contact à leur borne respective.

Comme nous le soulignions plus haut, le choix de la matière détectrice est extrêmement important pour la réalisation d'un bon détecteur à contacts solides ; l'amateur devra y appliquer tous ses soins.

Fig. 57. Pince-support.

Voici une liste des contacts rectifiants les plus sensibles et les plus communément employés, d'après laquelle chacun pourra établir un programme d'essais avant de fixer définitivement ses préférences.

a) Cristaux naturels :

Galène et fil de platine, de laiton ou pointe mousse en graphite ;

Pyrite de fer et pointe d'acier ou de laiton ;

Pyrite de cuivre et fil de cuivre, d'or ou de platine ;

Zincite et fil de laiton ou cristal de bornite ou de chalcopyrite avec pression assez forte.

b) Cristaux artificiels :

Sulfure de plomb et fil de platine d'or, ou de cuivre.

Sulfure de cuivre et fil de platine ou pointe d'oxyde de zinc fondu, avec pression assez forte.

Silicium fondu et fil d'or.

Carborundum et lame de cuivre ou de platine avec source électromotrice auxiliaire (même montage que l'électrolytique).

Il n'est pas possible de donner des indications certaines permettant de sélectionner à vue les différents échantillons de minerais ou composés cristallisés donnant les meilleurs résultats en T. S. F.

Pour les pyrites comme pour les galènes, il y a des variétés de cristaux très différents d'aspect, également doués de propriétés rectifiantes ; mais, en général, les cristaux brillants et clairs, riches en soufre sont les meilleurs.

Les galènes argentifères à cristaux menus et blancs, non orientés par couche, sont parfois excellentes. Comme elles sont assez tendres, il faut employer avec elles un fil de contact très léger et très souple ou une pointe mousse de graphite.

Des traces de quartz dans un bloc de galène peuvent être considérées comme une présomption de sensibilité.

Quelques échantillons de marcassite claire sont très sensibles, ils offrent l'avantage d'être très durs et peuvent rivaliser en tous points avec les minerais de plomb supérieurs. Ce sont, le plus souvent, des blocs de cristaux volumineux qu'il faut briser en petits fragments pour les enchâsser ; la sensibilité de ces échantillons n'est pas uniquement localisée sur les faces polies des cristaux, les éclats sont parfois plus riches que les arêtes ou les faces naturelles en régions rectifiantes.

Les meilleurs morceaux de zincite sont ceux qui

contiennent dans la masse rouge dominante des traces de chaux et d'oxyde noir.

La bornite bleue foncée ou irisée est préférable à toute autre.

En chauffant à l'abri de l'air un morceau de galène dans un bain concentré de vapeurs sulfureuses, on améliore momentanément sa sensibilité ; cette opération doit être prolongée plusieurs heures pour être vraiment efficace.

La fabrication, dans un tube à essai, de sulfure de plomb artificiel est très simple ; on obtient ainsi des échantillons de cristaux très sensibles, mais friables et se sulfatant rapidement à l'air. L'extrême bon marché de ces cristaux permet de les renouveler fréquemment.

On prépare deux volumes égaux de minces copeaux de plomb fraîchement rabotés et bien secs (pas de limaille) et de soufre en fleur qu'on mélange intimement et dont on garnit le fond d'un tube à essai.

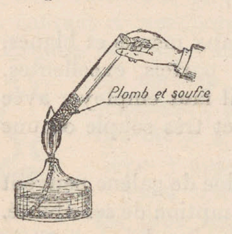


Fig. 58. — Préparation de cristaux artificiels au sulfure de plomb.

En portant le contenu de l'éprouvette dans la flamme d'une lampe à alcool (fig. 58), le mélange s'échauffe et fond, la masse devient subitement incandescente et la combinaison du métalloïde et du plomb s'opère avec un bruissement de poudre qui fuse. Il faut alors retirer promptement le tube de la flamme et le laisser refroidir.

Après quelques minutes, on brise l'éprouvette de verre au fond de laquelle un dé brun de sulfure reste collé ; on brise aussi ce dé qu'on trouve plein de minuscules cristaux blancs extrêmement brillants doués de propriétés détectrices remarquables.

Les cristaux détecteurs sont habituellement enchâssés dans des petites cuvettes de laiton ; il est indispensable d'employer pour cette opération, afin d'éviter le grillage des échantillons sélectionnés, un alliage fusible à basse température tel que l'alliage d'Arcet ou celui de Wood dont les formules sont les suivantes :

Alliage d'Arcet :

Plomb . . .	1 partie	fond à 91°.
Etain. . . .	1 partie	
Bismuth . .	2 parties	

Alliage de Wood :

Plomb . . .	2 parties	fond à 67°.
Etain. . . .	2 parties	
Bismuth . .	8 parties	
Cadmium . .	2 parties	

A défaut de ces alliages, quelques gouttes de mercure ajoutées à de l'étain fondu abaissent la température de fusion de ce métal ; mais ce procédé ne saurait être fréquemment employé, les vapeurs de mercure étant très dangereuses à respirer.

Utilisation et réglage des détecteurs à cristaux. — Nous avons indiqué dans le chapitre spécialement consacré aux montages d'appareils de T. S. F. (chap. II) la plupart des combinaisons auxquelles se prête le détecteur à cristaux, le lecteur voudra bien s'y reporter.

Le réglage du détecteur à cristaux ne présente aucune difficulté ; la recherche d'une région sensible s'opère par tâtonnement au cours d'une réception ou au moyen du radiateur d'essai. Dans ce dernier cas, il est prudent, si l'on veut éviter d'endommager et même de griller la matière détectrice, de ne pas mettre le radiateur en contact immédiat avec l'appareil récepteur.

Au voisinage d'une émission puissante, on protège les cristaux en évitant de recevoir sur un accord exact.

Entre deux réceptions, un détecteur à cristaux doit être mis en court-circuit ou hors circuit ; la même précaution s'impose en cas d'orage ou lorsqu'on transmet à proximité de la table de réception.

La pointe de contact des détecteurs doit être rafraîchie de temps en temps. Après un long usage la matière détectrice sera lavée très légèrement avec un tampon d'ouate fine imbibée d'éther ou d'alcool à 90°.

La valeur de pression optima entre deux contacts rectifiants varie non seulement pour des échantillons de même nature, mais parfois pour des émissions différentes dont la réception exige une correction de réglage du détecteur ; aucune règle fixe ne peut, en conséquence, être donnée à ce sujet. D'une manière générale, cependant, l'extrémité du fil de contact doit appuyer à peine sur les cristaux de galène et de sulfure de plomb. Sur les pyrites, un contact plus intime est nécessaire. Une forte pression est indispensable avec les contacts zincite-bornite et sulfure de cuivre-oxyde de zinc fondu.

III. ***Lampes à trois électrodes.*** — Les lampes à trois électrodes constituent actuellement une des classes de détecteurs les plus répandues, moins pour leur capacité rectifiante qui ne dépasse guère celle de bons cristaux que pour la possibilité de réaliser avec eux des amplificateurs de courant et des générateurs d'oscillations entretenues.

La figure 59 représente un modèle courant de lampe à 3 électrodes. Dans une ampoule de cristal où l'on a fait un vide aussi parfait que possible, un filament de tungstène est tendu suivant l'axe d'une hélice métallique, elle-même entourée d'un cylindre de nickel ou d'aluminium.

Le filament, l'hélice, le cylindre sont les trois électrodes de la lampe ; chacune aboutit à une broche de connexion fixée sous le culot de l'ampoule et qui permet de la relier convenablement aux différentes parties d'un circuit d'utilisation. Sur les diagrammes

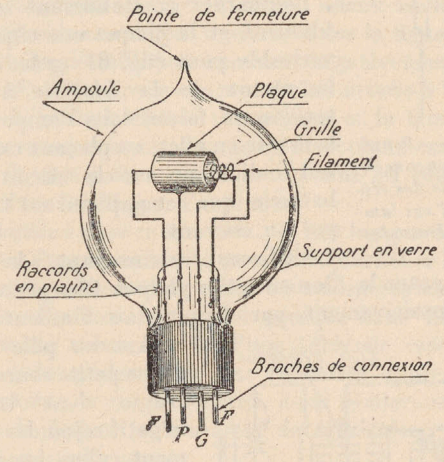


Fig. 59. — Lampe française à trois électrodes.

des schémas de montage, ces organes sont représentés selon les conventions de la figure 60.

Le fonctionnement d'un tube à vide n'a rien de mystérieux ni même de très compliqué. Pour le comprendre aisément, considérons d'abord le jeu des deux électrodes extrêmes, le filament et la plaque. Le filament de tungstène est porté au rouge blanc par une batterie d'accumulateurs, la plaque est reliée au pôle positif d'une batterie plus importante donnant de 40 à 80 volts, par exemple. La plaque se charge d'électricité positive, tandis que le filament incan-

descent émet des particules extrêmement ténues chargées d'électricité négative et appelées *électrons*.

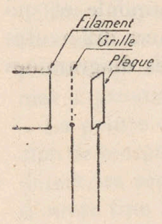


Fig. 60. — Représentation conventionnelle des éléments d'une lampe à 3 électrodes.

Ces électrons, attirés par la plaque positive (deux électricités de noms contraires s'attirent), viennent la « bombarder », établissant entre le filament et la plaque une chaîne, un véritable pont (fig. 61) grâce auquel le circuit de la batterie à haute tension se ferme dans l'ampoule. On constate en effet, en plaçant un appareil indicateur sur le circuit de la batterie, que cet appareil est traversé par un courant.

Utilisons, maintenant, la grille placée entre le filament et la plaque. Chargeons cette grille positivement par rapport au filament en la reliant au pôle positif d'une petite source électrique dont le pôle négatif rejoindra le filament, nous constatons aussitôt, en consultant le milliampèremètre, que la grille positive renforce l'attraction exercée par la plaque sur les électrons émis par le filament. Renversons, au contraire, la polarité de la batterie de grille et nous constatons cette fois que la grille négative repousse les électrons qui, n'atteignant plus la plaque, ne permettent plus au courant de haute tension de se fermer

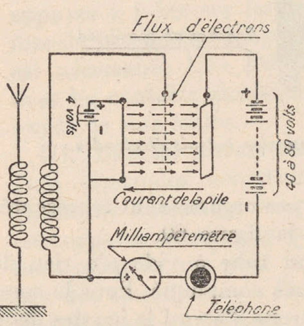


Fig. 61. — Diagramme expliquant le fonctionnement d'une lampe à 3 électrodes.

dans l'ampoule, l'appareil indicateur n'est plus impressionné.

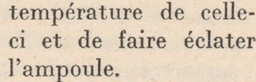
En remplaçant la pile de grille par une bobine couplée magnétiquement avec une bobine parcourue par les oscillations électriques d'une antueen réceptrice, la grille se trouvera chargée à chaqe ndemi-oscillation d'abord positivement (cas représenté sur la figure 61), puis à la demi-oscillation suivante négativement. Le premier effet établira le courant de la batterie à haute tension, le second effet le supprimera et la lampe se comportera exactement comme un détecteur à cristaux pour ne laisser passer que dans un sens les courants alternatifs recueillis par l'antenne.

Construction d'un tube à vide. — Les lampes à trois électrodes s'usent assez vite en service journalier (volatilisation du filament) et celles du commerce coûtent très cher. Pouvoir renouveler presque sans frais la collection de tubes à vide d'une table de réception équipée à la moderne est une ressource appréciable pour un amateur même fortuné, aussi essaierons-nous d'initier le lecteur aux secrets de fabrication de la « lampe merveilleuse ».

La construction d'un tube à vide est une opération évidemment délicate et qui demande beaucoup d'application. Quelques essais malheureux ne décourageront point l'amateur, car sa persévérance ne peut manquer de triompher à la fin et le bénéfice des premiers succès le payera largement de ses peines.

Les moyens de fortune dont nous devons nous contenter pour réaliser nos lampes nous obligent à renoncer à la forme sphérique de l'ampoule telle que la représente la figure 59 pour adopter celle d'un tube cylindrique beaucoup plus commode pour assurer le chauffage des électrodes pendant l'opération du vidage.

Les petits audions ainsi construits ne sont pas inférieurs aux meilleures lampes du commerce dans les circuits de réception. Par contre, la disposition de la plaque qui s'appuie directement, en eux, sur l'enveloppe de cristal, les rend peu susceptibles d'être utilisés pour la transmission ; un bombardement électronique intense, une trop haute tension appliquée à la plaque risqueraient, en effet, d'élever fortement la



température de celle-ci et de faire éclater l'ampoule.

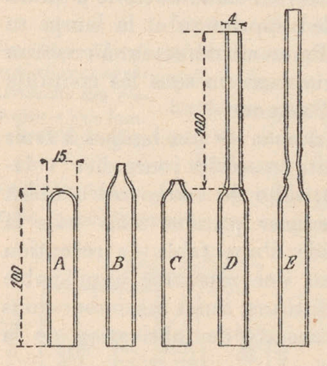


Fig. 62. — Fabrication d'une ampoule pour tube à vide d'amateur.

Confection de l'ampoule. — Un tube à essai de 15 mm. de diamètre et 10 cm. de longueur, du modèle utilisé communément pour les analyses chimiques, convient tout à fait comme enveloppe de lampe d'amateur (fig. 62, A).

Le fond du tube est chauffé dans la flamme d'un bec Bunsen, d'une lampe à souder ou dans celle d'un réchaud à alcool activée au moyen d'un chalumeau à bouche.

Lorsque le verre est suffisamment ramolli, on souffle légèrement dans l'éprouvette pour provoquer au centre du fond une protubérance conique dont le sommet éclatera de lui-même, sous la poussée de l'air, en un minuscule cratère de 2 mm. à peine de diamètre (fig. 62, B).

On présente légèrement de biais cette ouverture à la partie chaude de la flamme en tournant le tube

lentement sur lui-même ; le pourtour du cratère se régularise et se borde d'un petit bourrelet (fig. 62, C). Sans laisser refroidir le fond de l'éprouvette, on chauffe jusqu'à demi-fusion l'extrémité d'un tube de verre ou de cristal de 10 cm. de longueur et 4 mm. de diamètre dont on applique exactement les bords sur ceux de l'orifice à bourrelet auxquels ils doivent adhérer facilement. On maintient quelques instants sous le dard du chalumeau la région de raccord des deux tubes, affn d'assurer par une fusion suffisante une soudure parfaite (fig. 62, D). Enfin on étire légèrement l'étroite tubulure pour l'étrangler en un col aminci au voisinage du fond de l'éprouvette (fig. 62, E), étranglement sur lequel on fermera la lampe après l'opération du vidage, et l'enveloppe de cristal est prête à recevoir les électrodes.

On peut se procurer chez un souffleur de verre des ampoules toute préparées au même prix que des tubes à essai.

Montage des électrodes. — Il faut, tout d'abord, fixer sur une base isolante les connexions qui porteront les électrodes et les maintiendront bien en place.

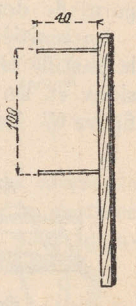


Fig. 63. — Support pour monter les fils de connexion de la lampe.

Le scellement de fils-supports dans une pastille de verre qui les immobilisera comme dans un étau nous paraît l'artifice le plus pratique pour cet objet.

Sur une réglette de bois de 15 à 20 cm. de longueur, on plante deux pointes de 4 cm. à 10 cm. d'écartement (fig. 63) ; entre ces pointes on tend parallèlement, et à 2 mm. les uns des autres, 4 fils de cuivre de 5/10 de millimètre de diamètre enfilés dans une bague de verre de 7 mm. de diamètre (fig. 64). Cet anneau est placé sur les fils en leur milieu (fig. 65)

et dans cette position ramolli jusqu'à demi-fusion et aplati entre les mâchoires d'une pince plate préalablement chauffées. Le dispositif réalisé est représenté par la figure 66.

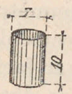


Fig. 64. — Bague de verre.

Il s'agit maintenant de confectionner et de monter en bonne place sur ce dispositif les 3 électrodes du tube à vide, travail assez long et certainement minutieux.

La pastille de verre portant les quatre brochettes est fixée, pour commodité, entre les mâchoires d'un petit étau de table garni de deux tampons de cuir protecteurs.

La moitié supérieure de chaque fil qui émerge de la pastille est alors coupée et dressée selon les dimensions et les formes indiquées par le croquis de la figure 67. Le fil n° 1 est destiné à recevoir la plaque ;

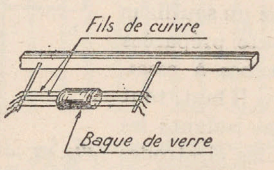


Fig. 65. — Utilisation du support précédent.

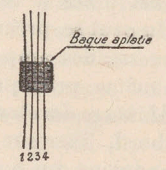


Fig. 66. — Fils de connexion de la lampe soudés dans la bague.

les fils 2 et 3, dont les extrémités sont écrasées en palettes et reployées sur elles-mêmes, serviront d'attaches au filament ; le fil n° 4 portera la grille. Sous l'onglet terminal de la brochette n° 3, on fixe l'extrémité d'un fil de tungstène (fil pour 25 bougies, 110 volts en l'enroulant deux ou trois fois autour de la palette et en aplatissant l'onglet sur les boucles d'attache à l'aide d'une pince d'horloger (fig. 68).

On prépare ensuite la grille (fig. 69) en enroulant autour d'un crayon de 6 mm. de diamètre, en une spirale de 18 mm. de hauteur et comprenant 11 ou

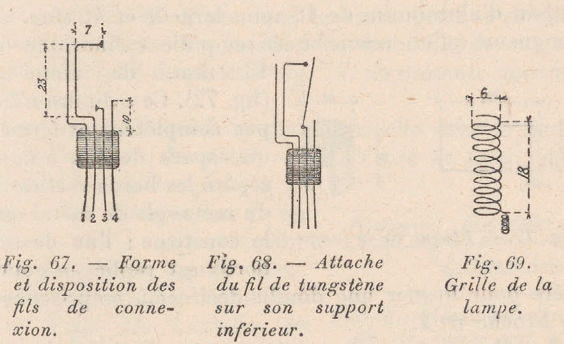


Fig. 67. — Forme et disposition des fils de connexion. *Fig. 68. — Attache du fil de tungstène sur son support inférieur.* *Fig. 69. Grille de la lampe.*

12 pas, une longueur de 16 cm. de fil de cuivre de 3/10e terminée par une étroite boudinette destinée à être embrochée sur la connexion n° 4 pour maintenir la grille verticalement sur son support (fig. 70). Cette boudinette doit être écrasée à la pince sur toute la longueur du fil qu'elle emboîte.

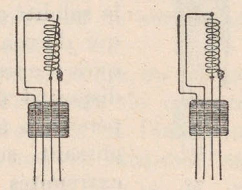


Fig. 70. — Fixation de la grille sur son support. *Fig. 71. — Attache du fil de tungstène sur le support supérieur.*

La seconde extrémité du fil de tungstène peut être maintenant fixée à son attache supérieure (fig. 71). On veillera à ce que ce fil soit convenablement tendu, mais sans excès et occupe rigoureusement l'axe de la grille. Une petite pince brucelle servira à corriger aisément les faibles écarts d'aplomb qui n'auraient

pu être évités au cours du montage des deux premières électrodes.

Pour confectionner la plaque, on utilise un mince ruban d'aluminium de 18 mm. largeur et 40 mm. de longueur qu'on recourbe en coquille cylindrique de 13 mm. de diamètre (fig. 72). Ce cylindre n'est pas complètement fermé; un espace de 4 à 5 mm. sépare les bords verticaux du rectangle de métal qui le constitue ; l'un de ses bords est replié en gouttière pour former une douille destinée à emprisonner la broche n° 1.

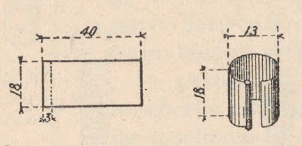


Fig. 72. — Plaque de la lampe.

La plaque doit occuper la position indiquée sur la figure 73, la broche portant l'extrémité supérieure du filament passant au milieu de l'espace séparant les bords verticaux de la coquille.

Il importe de vérifier une dernière fois la solidité et l'aplomb des trois électrodes qui doivent être absolument concentriques ; après quoi, on peut introduire le dispositif dans l'ampoule préparée où il pénétrera à frottement doux, la plaque glissant sur la paroi du tube. Les extrémités des broches sont coupées à 2 cm. 1/2 au-dessous de la pastille de verre qui les réunit et sont laissées provisoirement pendantes à l'orifice de l'ampoule.

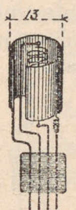


Fig. 73. — Aspect des 3 électrodes définitivement montées.

Il s'agit maintenant de relier chacun de ces conducteurs, destinés à rester emprisonnés dans la lampe à une connexion extérieure par l'intermédiaire d'un petit fil de platine. Cette disposition est indispensable

pour permettre la fermeture hermétique de l'ampoule par fusion du verre à la partie que traversent les connexions des électrodes ; le platine ayant même coefficient de dilatation que le verre peut se souder intimement à lui. La jonction de deux fils de cuivre par un raccord de platine (fig. 74) ne présente aucune difficulté.

On chauffe le pied de chaque broche dans le dard du chalumeau ; le métal rougit, s'irise et fond, une goutte de cuivre perle à la pointe du conducteur ; on pique alors promptement dans le globule liquide l'extrémité du cheveu de platine tenu dans des brucelles et aussitôt le contact établi on retire les fils de la flamme. Le platine a pénétré dans la perle et y reste solidement enchâssé.

Fig. 74. — ***Liaison de deux fils de cuivre par un cheveu de platine.***

En opérant de la même façon on soude l'extrémité libre du fil de platine à la connexion de sortie qui doit avoir 3 ou 4 cm. de longueur.

Lorsque les quatre raccords sont terminés, on engage un peu plus le dispositif dans l'ampoule de manière que les fils de platine se trouvent à l'intérieur du tube à 1 cm. de l'ouverture et disposés en éventail.

La partie inférieure du tube est alors chauffée progressivement, dans la flamme de la lampe à alcool ou à essence, puis sous le dard du chalumeau jusqu'à demi-fusion.

Lorsque le verre incandescent devient visqueux et se déforme naturellement, on aplatit l'ouverture du tube entre les mâchoires chaudes d'une pince à long bec. On active ensuite le chauffage autour des fils

de platine pour que la pâte vitreuse adhère et se soude parfaitement aux raccords.

On reconnaît à l'absence de toute bulle d'air dans la masse de verre aplatie, que la paroi du tube s'est scellée sur elle-même et qu'un ourlet bien homogène obture rigoureusement l'ampoule. La lampe à trois électrodes est prête alors pour l'opération du vidage.

Lorsqu'on dispose de lampes du commerce usagées, on utilise le support en verre qui maintient les électrodes et les fils de connexion pour confectionner économiquement un nouvel audion. Le seul travail à accomplir consiste à redresser la grille et la plaque et à remplacer le filament grillé par un fil de tungstène de 0,05 de diamètre. On soude ensuite par sa base le support sur l'orifice de la nouvelle ampoule qu'on choisira d'un diamètre convenable, soit 2 cm. environ.

Vidage de l'ampoule. — Le vide à l'intérieur d'un tube audion doit être très poussé ; dans les meilleures spécimens il approche du millième de millimètre de mercure. Un tel vide ne peut être obtenu qu'à l'aide d'une trompe dont un type très simple est représenté par la figure 75; ce modèle est une trompe de H. Mignet; il fonctionne régulièrement et donne un vide presque parfait.

Un amateur habile peut construire lui-même cette trompe en s'inspirant du croquis et des mesures que nous donnons d'après la *T. S. F. Moderne* une des revues dont la lecture s'impose aux amateurs soucieux d'être tenus au courant des progrès de la radiotélégraphie; mais pour une trentaine de francs il en fera aussi l'acquisition chez un souffleur de verre [1].

1. La trompe de H. Mignet est en vente chez M. Blanchard, souffleur de verre, 49, rue Lhomond, à Paris, où l'on trouvera aussi des ampoules toutes préparées pour la confection de tubes à vide.

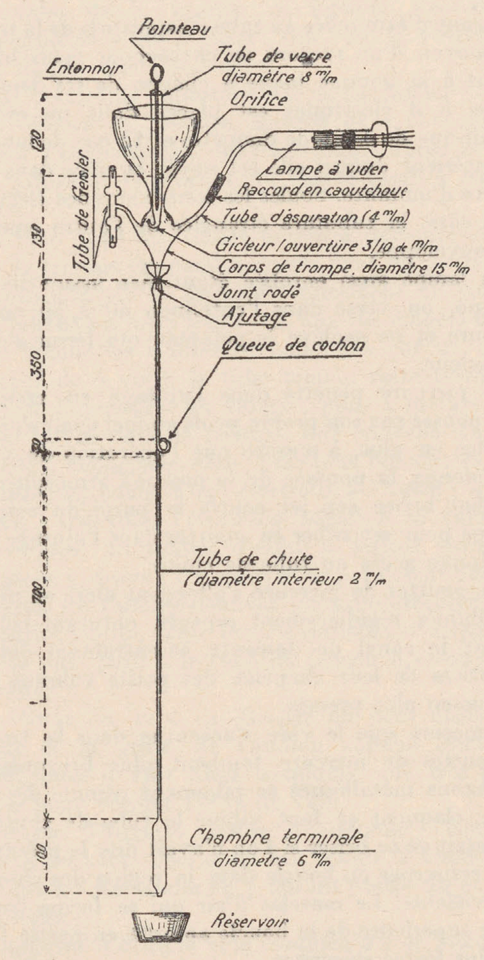


Fig. 75. — Trompe à mercure de H. Mignet (Les dimensions sont données en millimètres).

Avant d'être reliée au tube d'aspiration de la trompe au moyen d'un raccord en caoutchouc épais luté au vernis à la gomme laque à chacun de ses bouts, la lampe à 3 électrodes est placée dans un cylindre métallique de 3 cm. de diamètre et 12 cm. de longueur à l'intérieur duquel elle est noyée et calée dans de la bourre d'amiante. Seules les connexions des électrodes d'un côté, la tubulure étranglée de l'autre émergent de l'enveloppe.

La lampe ainsi enrobée étant bien assujettie à la trompe, on verse dans l'entonnoir 40 à 50 cm^3 de mercure et on soulève le pointeau qui ferme l'orifice du gicleur.

Le mercure pénètre dans l'ajutage en crosse, il gicle poussé par son propre poids auquel vient s'ajouter de plus en plus, à mesure que l'opération du vidage se prolonge, la poussée de la pression atmosphérique, et vient briser son jet contre la paroi du corps de trompe pour retomber en gouttes dans l'ajutage effilé qui donne accès au tube de chute.

Les gouttes de mercure s'allongent alors en pistons métalliques régulièrement espacés, obturant complètement le canal de descente, et entraînant dans les interstices de leur chapelet des petits volumes d'air de plus en plus pressés.

A mesure que le vide s'accentue dans la trompe, les gouttes de mercure tombent plus brusquement, les pistons métalliques se pilonnent comme des marteaux, claquent et font vibrer le tube de chute qui risquerait de se briser si l'on n'avait pris la précaution de le retourner en boucle dans la région des chocs les plus violents. Le matelas d'air qui se forme dans la partie supérieure de la boucle amortit en partie l'effet des plus fortes secousses.

On recueille dans un réservoir de verre le mercure

qui tombe de la trompe et lorsque l'entonnoir d'alimentation s'est à demi vidé, on y reverse le métal liquide qui a déjà servi.

Il est d'extrême importance de ne pas laisser s'épuiser la réserve de mercure contenu dans l'entonnoir, car l'air s'engouffrerait dans la trompe après la dernière goutte et l'opération du vidage serait à recommencer.

Un petit tube de Geisler monté à demeure sur le corps de trompe et communiquant avec lui permet de se rendre compte du degré d'avancement du vide.

En reliant ses deux électrodes aux rhéophores d'une petite bobine de Ruhmkorf actionnée par un accumulateur de 4 volts, le tube témoin reste passif au début de l'opération du vidage ; puis, à mesure que l'air se raréfie dans la trompe, une étincelle d'abord rougeâtre, allongée et grêle, puis plus blanche et plus volumineuse, court d'une électrode à l'autre ; quand le vide s'accentue, l'électrode négative se gaine de lueurs roses, un toupet d'effluves striées surmonte l'électrode positive ; les effluves disparaissent ensuite, les parois du tube deviennent phosphorescentes dans l'obscurité ; enfin, toute lueur s'estompe et disparaît ; dans le vide parfait le tube de Geisler a recouvré sa passivité.

A défaut de tube de Geisler on peut utiliser la plaque et la grille de l'audion comme électrodes d'essai, mais il faut alors employer une très petite bobine pour vérifier l'état de vide.

Lorsque l'aigrette striée abandonne l'électrode positive du tube témoin, on fait rougir le filament de la lampe à 3 électrodes en y faisant passer un courant de 2 volts.

L'appareil à faire le vide commence à ce moment à claquer fortement.

On chauffe alors progressivement l'enveloppe métallique entourant l'audion, en utilisant la flamme de la lampe à souder, pour élever sa température jusqu'au voisinage de celle de fusion du cristal et on l'y maintient jusqu'à la fin de l'opération du vidage.

Une résistance en ferro-nickel bobinée à spires voisines par dessus la robe d'amiante enveloppant l'audion et portée progressivement au rouge blanc au moyen d'un courant d'éclairage peut avantageusement remplacer la lampe à souder pour le chauffage de l'ampoule.

On allume et on éteint à intervalles réguliers le filament de tungstène, non plus en l'alimentant sous 2 volts mais sous 4 volts.

Les gouttelettes de mercure se pressent dans le tube de chute de la trompe qui vibre de plus en plus sous leur martellement sec et rapide.

Enfin, le tube de Geisler n'émet plus aucune lueur, le vide atteint le millième de millimètre de mercure. A ce moment on cesse de chauffer l'enveloppe de l'audion et on éteint le filament de tungstène.

Sans interrompre l'alimentation de la trompe en mercure, on fixe le dard du chalumeau à bouche sur la partie étranglée de la tubulure raccordant l'audion au corps de la trompe ; le verre fond, l'étroit canal s'aplatit sous la pression de l'air, ses parois adhèrent et se soudent, obturant l'ampoule qui se détache de son support.

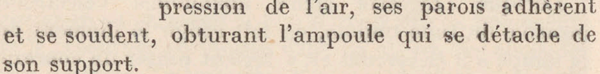


Fig. 76.— Tube à vide terminé.

Le vidage a duré de trente à quarante minutes.

L'audion, encore entouré de son enveloppe brûlante est déposé dans une cassette métallique remplie de

sciure de bois très sèche où on le laisse revenir lentement à la température ambiante.

Lorsqu'on le retire de la petite étuve norvégienne, le tube à 3 électrodes est prêt à être utilisé. La figure 76 représente l'audion à la dernière phase de sa fabrication.

Construction d'un support. — L'amateur peut fixer l'audion dans un culot de bois ou de métal sans fond en y noyant la base du tube dans un mastic au plâtre délayé avec un peu d'eau gommée. Les connexions des électrodes aboutiront à quatre broches, que le plâtre maintiendra solidement en les isolant les unes des autres.

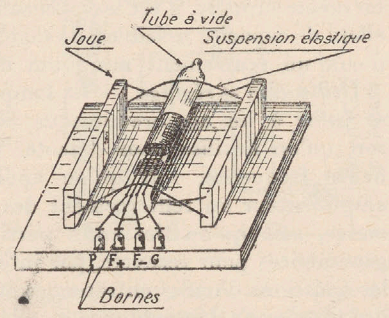


Fig. 77. — Support pour tube à vide à 3 électrodes.

Le dispositif que représente la figure 77 est un support plus simple encore ; l'audion s'y trouve suspendu par deux câbles élastiques entre-croisés retenus par deux montants parallèles. Cet appareil offre l'avantage de soustraire la lampe aux trépida-

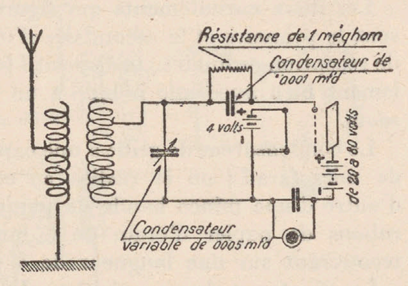


Fig. 78. — Utilisation d'un tube à vide en détecteur.

tions susceptibles de produire des sons de cloches dans les écouteurs téléphoniques.

Lorsque plusieurs tubes sont placés côte à côte sur un même support, il est indispensable, pour éviter des effets de capacité nuisibles, de maintenir entre chacun d'eux un écartement minimum de 4 centimètres.

Utilisation et réglage. — La lampe à trois électrodes se prête à un nombre presque infini de montages, soit qu'on l'utilise pour détecter des oscillations de haute fréquence, soit qu'on applique son pouvoir amplificateur au renforcement des courants de résonance, soit qu'on tire enfin parti de ses propriétés génératrices pour recevoir, par interférences audibles, les émissions d'ondes entretenues ou pour transmettre des messages télégraphiques et téléphoniques sans fil.

1° Le diagramme de la figure 78 représente un montage simple de tube à vide utilisé comme détecteur. Ce montage ne convient qu'à la réception des ondes amorties, mais il donne d'excellents résultats.

Les deux enroulements qui figurent sur le dessin sont le primaire et le secondaire d'un transformateur de réception ordinaire ; le dispositif fonctionnerait également bien avec une bobine à un ou plusieurs curseurs.

Le condensateur de grille a une capacité de 1/10 000e de microfarad ; on le réalise en collant de part et d'autre d'une mince bande de papier paraffiné, deux rubans de papier d'étain de 6 mm. de largeur se recouvrant sur une longueur de 4 millimètres.

La résistance de un mégohm shuntant le condensateur précédent est faite d'un trait de crayon au graphite, ayant approximativement 3 millimètres de largeur et 3 cm. de longueur.

Le condensateur variable aux bornes de la bobine secondaire est à diélectrique air, sa capacité maxima

est d'environ 5/10 000e de microfarad. Le condensateur-shunt du téléphone a même capacité, mais il est du type fixe et peut être fait de deux feuilles de papier d'étain mesurant 2 cm. de largeur et 3 de longueur séparées par une pellicule isolante.

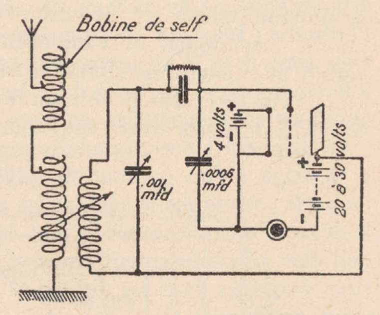


Fig. 79. — Variante du montage précédent assurant la réception des entretenues et des amorties.

L'écouteur téléphonique a une résistance de 2 à 3 000 ohms.

2° Le montage de la figure 79, à peine plus compliqué que le précédent, est tout à fait avantageux pour l'amateur qui ne dispose que

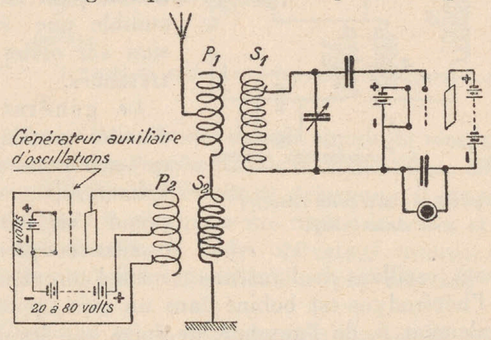


Fig. 80. — Dispositif hétérodyne.

d'une très petite antenne. Il permet, en effet, une très bonne réception amplifiée des ondes entretenues

et des ondes amorties. C'est évidemment une des meilleures combinaisons qui existent et une des plus économiques. Une bobine de self est intercalée dans l'antenne ; les deux enroulements représentés au-dessous sont ceux d'un transformateur à circuits réactifs autrement dit d'un Tesla dont les deux bobines télescopiques sont enroulées en *sens différent.*

Ce dispositif s'accommode de lampes à vide peu poussé et n'exige qu'un courant de plaque d'une vingtaine de volts ; toutefois le réglage en est assez minutieux : le degré d'incandescence le plus favorable du filament doit être rigoureusement choisi et les valeurs des capacités variables dans les différents circuits convenablement équilibrées.

3° La figure 80 représente un dispositif de réception utilisant les oscillations interférentes d'une lampe génératrice pour rendre audible une émission sur ondes entretenues.

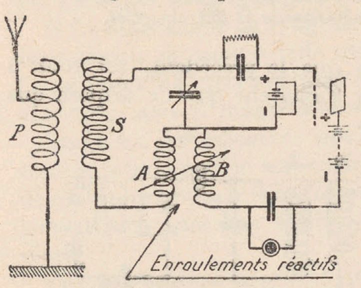


Fig. 81. — Circuits réactifs de Armstrong.

Le générateur d'ondes auxiliaires, qu'on nomme aussi *hétérodyne,* comprend un circuit oscillant couplé avec le circuit oscillant de l'antenne ; mais l'enroulement P_2 de l'hétérodyne est bobiné dans un sens opposé à l'enroulement S_2 de l'antenne, de sorte que les deux mouvements oscillants s'opposent et se contrarient mutuellement. Il en résulte que si l'antenne est le siège d'oscillations ayant une fréquence de 50 000 par seconde et si l'hétérodyne est réglé pour donner

des oscillations de fréquence 49 000, le résultat de la superposition de ces deux mouvements antagonistes sera un mouvement résiduel de 1 000 fréquences parfaitement perceptible dans un téléphone.

Ce dispositif convient particulièrement à la réception des ondes entretenues de grande longueur.

Un détecteur à cristal peut être utilisé à la place

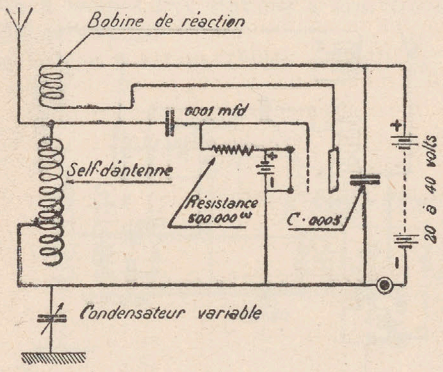


Fig. 82. — Montage en autodyne (moyennes longueurs d'onde).

de la lampe à 3 électrodes dans le circuit de réception.

4° Le montage représenté sur la figure 81 est connu sous l'appellation de *Circuits de Armstrong*; il convient à la fois pour la réception des ondes amorties et des ondes entretenues. A l'effet détecteur ordinaire, il superpose un effet amplificateur par réaction très important.

Ce dispositif est la reproduction du circuit détecteur de la figure 78 avec addition d'un transformateur à enroulements réactifs à couplage variable.

Les ondes amorties sont reçues en relâchant le couplage des bobines A et B de façon que B ne réagisse

pas sur A. Les ondes entretenues, au contraire, sont reçues par un couplage des enroulements réactifs suffisamment serré pour que des oscillations auxiliaires prennent naissance dans le circuit de A. La note entendue dans le téléphone dépend uniquement du désaccord entre les circuits A et B.

Si au cours d'une réception d'ondes amorties, on

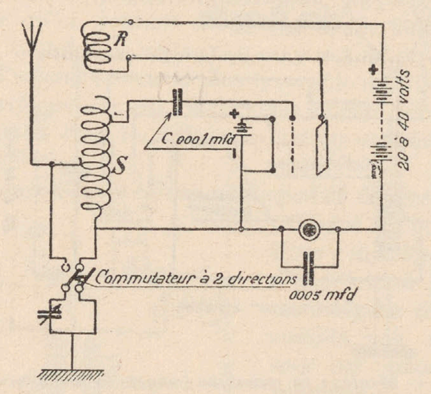


Fig. 83. — Montage en autodyne (grandes et petites longueurs d'onde).

fait réagir l'un sur l'autre les enroulements réactifs A et B, il se produit une forte amplification des courants détectés, mais la note des signaux perçus se trouve légèrement déformée, on dit que la réception est « soufflée ».

5° La figure 82 représente un montage *autodyne* aussi sensible qu'il est simple et convenant à la réception des ondes amorties et des ondes entretenues.

La bobine de self d'antenne est du modèle courant. La bobine de réaction peut comprendre une longueur de fil égale à celle de la self d'antenne, mais bobinée

en sens différent ; elle doit pouvoir coulisser sur cette dernière.

6° La figure 83 est une légère variante du schéma précédent. Le condensateur variable utilisable en série ou en parallèle dans le circuit d'antenne, permet la réception des émissions amorties ou entretenues sur une échelle de longueurs d'onde allant des petits postes à lampes aux stations à arcs travaillant sur 10 000 m. et plus.

La bobine S est un Oudin ordinaire à l'intérieur

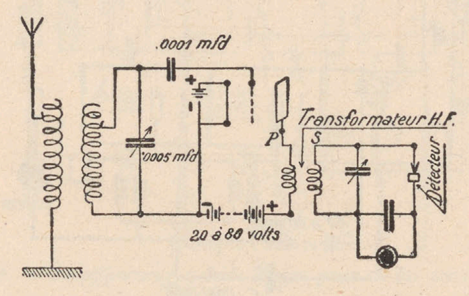


Fig. 84. — Amplification en haute fréquence par lampe.

duquel coulisse une bobine de réaction R comprenant 150 à 200 spires de fil 2/10 réglable ou non.

Le sens de l'enroulement de R est inverse de celui de la bobine Oudin.

Le condensateur de grille n'est pas shunté ; la réception des signaux s'en trouve légèrement renforcée, mais pour certains réglages l'absence de résistance peut faire chanter l'appareil : dans ce cas, il faudra compléter le dispositif en shuntant le condensateur de grille.

7° Le diagramme de la figure 84 montre un tube à vide utilisé pour amplifier des oscillations à haute

fréquence, transmises ensuite par l'intermédiaire d'un petit transformateur sans fer à un circuit de détection comprenant un détecteur à cristaux.

Ce dispositif amplifie 100 fois environ le courant initial. L'appareil d'accord et de réglage est un transformateur Tesla ordinaire.

Le petit transformateur H. F. est constitué par

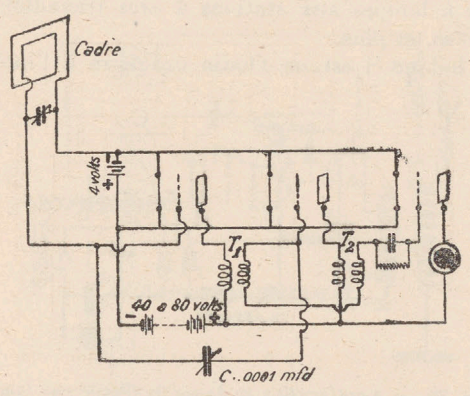


Fig. 85. — Amplification à deux étages en H. F. et détection par lampes (amorties) ou par interférences (entretenues).

deux enroulements de même sens et de même fil (fil 12/100 isolé à la soie ou à l'émail).

Le primaire P comprend 15 couches de fil bobinées sur une largeur de 5 mm. sur une carcasse de carton de 5 cm. de diamètre. Les différentes couches sont séparées les unes des autres au moyen d'une bande de papier paraffiné. Le secondaire S qui doit s'emboîter sur P est construit de semblable façon, mais comprend de 25 à 30 couches de fil.

8° Le schéma de la figure 85 reproduit un montage excellent et très pratique à deux étages d'amplifi-

cation en haute fréquence et détection par la 3e lampe pour les ondes amorties.

Le condensateur variable, de très faible capacité, intercalé entre les deux premières grilles, permet de les faire réagir l'une sur l'autre pour produire des oscillations locales interférentes assurant la réception des ondes entretenues. Ce dispositif fonctionne

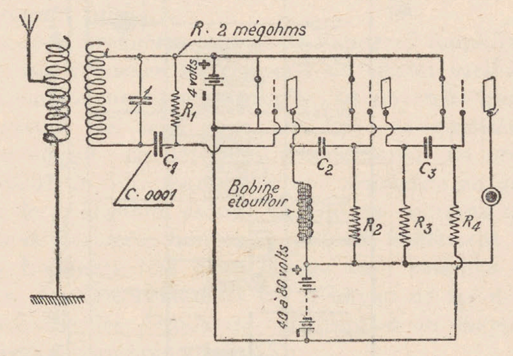


Fig. 86. — Amplificateur à trois étages pour ondes amorties.

très bien sur cadre. Les transformateurs T_1 et T_2 sont identiques au transformateur H. F. du montage précédent.

9° La figure 86 représente un amplificateur en cascade à trois lampes utilisable pour la réception des ondes amorties.

Les résistances indiquées sur le schéma par lettres R_1, R_2, R_3 et R_4 sont du type en graphite ; elles sont constituées par un trait de crayon de 1 mm. 1/2 de largeur et 3 cm. de longueur (deux mégohms).

La bobine étouffoir est faite de 10 000 tours de fil isolé à la soie ou à l'émail, de 12/100 de millimètre de diamètre, bobinés sur un faisceau de fils de fer

mesurant 1 cm. de diamètre et 8 cm. de longueur.

Les condensateurs C_1, C_2 et C_3 ont une capacité de 0.0005 de microfarad, ils peuvent être du type

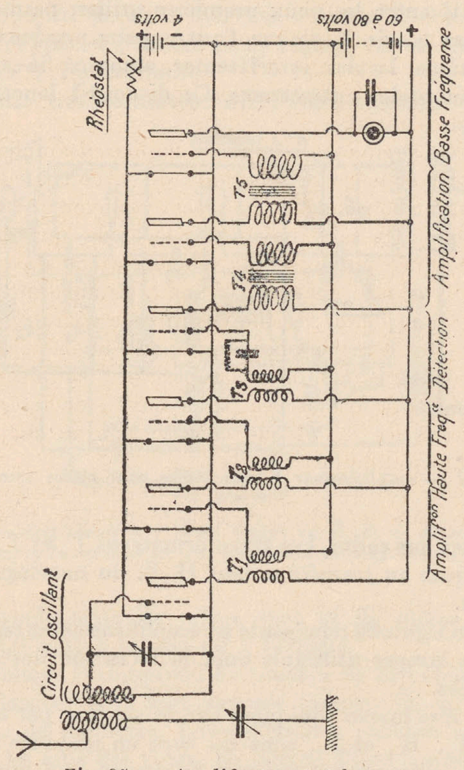


Fig. 87. — Amplificateur à 6 lampes.

fixe, mais il est préférable qu'ils soient variables.

10° Le dispositif dont la figure 87 reproduit le schéma utilise à la fois l'amplification en haute fré-

quence et l'amplification en basse fréquence. Cette méthode évite les réactions parasites qui résultent de trop nombreux étages d'amplification de même catégorie et qui se traduisent ordinairement par des bourdonnements ou des sifflements dans les écouteurs téléphoniques ; elle permet d'atteindre une amplification énorme dépassant *plusieurs millions de fois* la valeur du courant initial.

Les trois premières lampes de l'appareil amplifient en haute fréquence les courants du circuit oscillant (elles sont en conséquence couplées au moyen de transformateurs HF sans noyau de fer) ; la quatrième lampe équipée en détecteur (condensateur de grille de 0,0001 de mfd shunté par une résistance au graphite de 1 mégohm) rectifie ensuite ces courants que les deux dernières lampes amplifient finalement en basse fréquence (ces deux lampes sont couplées au moyen de transformateurs BF à noyau de fer dont on trouvera les détails de construction au chapitre concernant l'amplificateur BF).

La même batterie d'accumulateurs chauffe tous les filaments ; une seule batterie à haute tension alimente toutes les plaques.

Le dispositif de la figure 87 ne convient qu'à la réception des ondes amorties ; pour recevoir les ondes entretenues, il faut lui adjoindre un hétérodyne indépendant fonctionnant au voisinage du circuit oscillant. L'amplificateur à 6 lampes convient tout particulièrement à la réception sur cadre.

11° Il existe de nombreuses combinaisons de dispositifs d'émission à lampes, celle que reproduit le schéma de la figure 88 est la plus simple. Ce dispositif ne constitue, à vrai dire, qu'un émetteur d'expérience au moyen duquel il ne faut guère espérer dépasser une portée de 3 à 4 km. ; nous le signalons

cependant parce qu'il fonctionne avec le tube d'amateur que nous avons décrit et que chacun peut construire, et parce qu'il n'exige qu'une batterie de plaque de 40 à 60 volts.

Nécessairement l'antenne radiatrice à utiliser avec ce montage devra avoir une petite capacité sous peine de n'être pas suffisamment chargée par la faible énergie mise en jeu ; une antenne en V formée par deux brins égaux de 15 m. faisant entre eux un angle de 60° environ conviendra parfaitement.

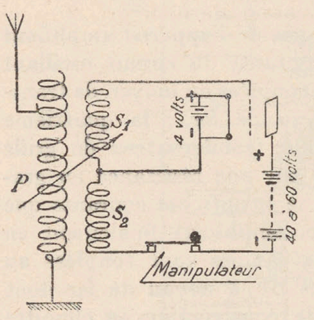


Fig. 88. — Appareil d'expérience pour l'émission sur ondes entretenues.

12° Le schéma de la figure 89 est également celui d'un appareil de démonstration. Cet émetteur de téléphonie sans fil permet néanmoins une portée de conversation de plusieurs kilomètres lorsqu'on emploie deux ou trois lampes en parallèle.

Le fonctionnement du dispositif s'explique très simplement ; lorsqu'on parle devant le microphone, on fait varier le potentiel de grille de la valve électronique, ce qui a pour effet, nous l'avons vu au début de ce chapitre, d'en modifier la résistance intérieure et conséquemment de faire varier le débit du courant de plaque. Il en résulte que les oscillations entretenues par la lampe se trouvent affectées par les modulations de la voix et c'est la déformation rythmique que celle-ci leur imprime et qu'elles conservent jusqu'au poste d'arrivée qui reproduit dans les appareils récepteurs les vibrations de la parole.

Le microphone utilisé est du modèle ordinaire de réseau ; le transformateur téléphonique par l'intermédiaire duquel ce microphone agit sur la grille est aussi du type employé sur les lignes, on en trouvera la description détaillée à la fin du chapitre consacré à l'amplificateur à basse fréquence.

La bobine étouffoir est différente de celle adoptée pour le dispositif amplificateur de la figure 86 ; elle

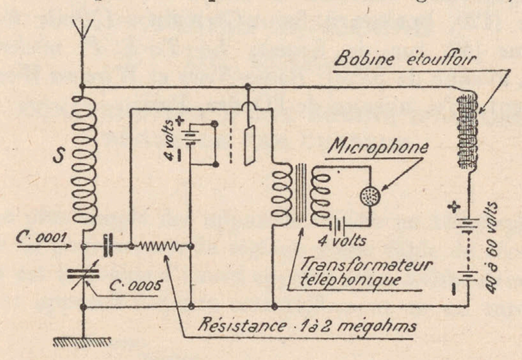


Fig. 89. — **Radiophone d'amateur.**

doit posséder une grande inductance, mais une faible résistance ohmique, on la constituera donc d'une trentaine de mètres de fil 15/10 isolé au coton, bobinés sur un gros faisceau de fils de fer doux (noyau mesurant 3 cm. de diamètre et 12 à 15 cm. de longueur).

Pour simplifier les diagrammes et en faciliter la lecture, nous n'avons fait figurer sur aucun d'eux le rhéostat de chauffage qui permet d'appliquer au filament le degré de température le plus favorable. Ce rhéostat doit toujours être utilisé, car c'est le plus souvent à une incandescence défectueuse du filament qu'il faut imputer le médiocre rendement d'un dispo-

sitif d'émission ou de réception à lampes. On réalise économiquement une résistance de chauffage, avec un fil de ferro-nickel de 5/10 enroulé en 12 ou 14 spires de 1 cm. de diamètre utilisable par plots, de 2 spires en 2 spires, dans le circuit des 4 volts.

Le lecteur trouvera d'autres montages de dispositifs à lampes dans les revues suivantes que nous l'engageons à consulter de temps à autre : *La Nature* (120, boulevard Saint-Germain); *L'Onde électrique* (40, rue de Seine); *La T. S. F. moderne* (11, avenue de Saxe); *Radio-News* et *Wireless World* (Brentano's, avenue de l'Opéra, Paris).

CHAPITRE IV

APPAREILS D'ACCORD ET DE RÉGLAGE

1° CONSTRUCTION D'UNE BOBINE D'ACCORD RÉGLABLE PAR CURSEUR

Le plus simple des appareils utilisés en télégraphie sans fil pour assurer le réglage d'une table de réception est la *bobine d'accord* appelée aussi *bobine de self.*

Cet appareil consiste essentiellement en un enroulement de fil isolé bobiné à tours jointifs et dont une portion plus ou moins grande peut être utilisée pour augmenter la self-induction d'un circuit oscillant.

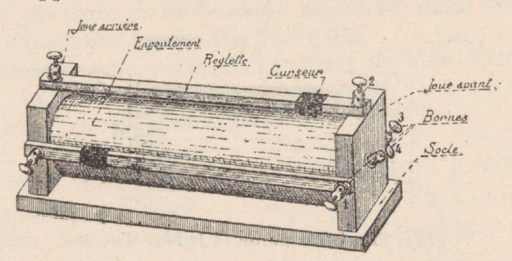


Fig. 90. — Bobine d'accord.

La construction d'une bobine d'accord est un exercice de travail manuel tout à fait élémentaire.

La figure 90 donne une idée d'ensemble de l'objet à réaliser. Le modèle que nous conseillons d'adopter utilise trois curseurs et permet l'essai de différentes combinaisons de montage dont nous avons exposé précédemment la valeur ; mais l'amateur qui borne son ambition à la seule réception des signaux horaires et des télégrammes météorologiques français pourra sans inconvénient faire l'économie de deux curseurs.

Les dimensions que nous proposons de donner à une bobine d'accord n'ont rien d'absolu, elles peuvent être légèrement modifiées. Toutefois, notre modèle est d'un format pratique, suffisant pour une bonne réception des longueurs d'onde comprises dans les limites courantes.

La réception des émissions « transatlantiques » exigera l'appoint d'une bobine de self supplémentaire, mais cette dernière ne servira que pour cet usage et il sera indispensable de l'enlever pour recevoir les

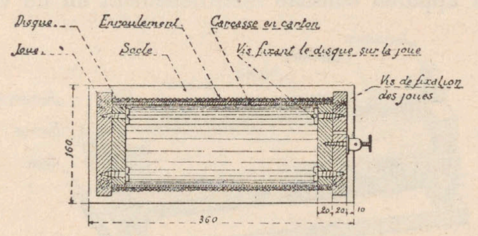


Fig. 91. — Coupe de la bobine d'accord.

radiotélégrammes transmis sur petites et moyennes longueurs d'onde.

Ebénisterie. — La monture de la bobine d'accord se compose d'un socle rectangulaire et de deux joues carrées maintenant solidement entre elles une carcasse isolante portant l'enroulement.

Le socle a une longueur de 36 cm., une largeur de 16 et une épaisseur de 2. Les joues mesurent 14 cm. de côté, elles ont la même épaisseur que le socle sur lequel elles sont fixées au moyen de deux vis à tête plate de 4 cm. de longueur (fig. 91 et 92).

Il est prudent de préparer le passage de ces vis à travers le socle en pratiquant dans celui-ci des trous cylindriques d'un diamètre légèrement inférieur à celui des vis, comme il est bon d'amorcer la prise de ces dernières dans la base de chaque joue en y ménageant deux piqûres de vrille ou de foret.

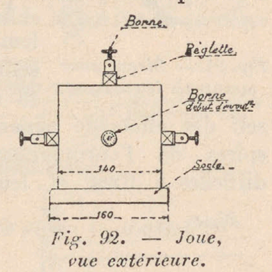


Fig. 92. — Joue, vue extérieure.

Deux disques en bois ayant 11 cm. de diamètre et 2 d'épaisseur sont utilisés pour servir de fond et de support au tambour portant l'enroulement et sont fixés par deux vis de 3 cm. au centre des joues comme l'indiquent les figures 93, 94 et 95.

Choix du fil. — Du fil de cuivre de huit dixièmes de millimètre de diamètre, isolé à la soie, doit être employé de préférence à tout autre. Notre bobine en utilisera 130 m. environ.

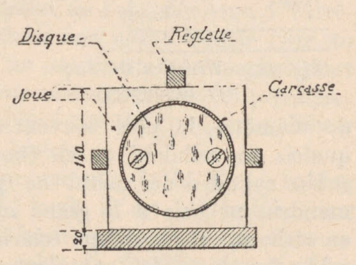


Fig. 93. — Joue, vue intérieure.

Il serait préjudiciable au bon fonctionnement de l'appareil d'adopter un diamètre de fil inférieur à 6 dixièmes.

Le fil de cuivre isolé au coton convient au même

titre que celui isolé à la soie pour la fabrication des bobines d'accord, il a sur lui l'avantage d'un prix de revient moins élevé, mais l'aspect de l'enroulement après le vernissage laisse un peu à désirer.

On ne doit pas utiliser, par contre, le fil isolé à la gutta (fil sonnerie) parce que le dénudage de ce fil est toujours défectueux, quelque soin qu'on y apporte.

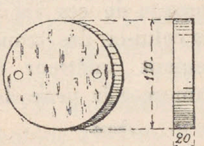


Fig. 94. — Disque pour maintenir la carcasse.

L'emploi du fil émaillé est également à rejeter. La faible épaisseur de l'isolant qui recouvre ce fil détermine dans la bobine de self des effets de capacité tout à fait nuisibles; les spires de l'enroulement sont d'autre part très difficiles à fixer et leur dénudage ne peut s'opérer qu'à la lime au détriment de leur solidité et de leur bon isolement.

Fig. 95. — Fixation du disque sur la joue.

Carcasse. — La carcasse ou tambour servant de support à l'enroulement est un tube de 30 cm. de longueur et 11 cm. de diamètre, le plus souvent en carton fort, quelquefois en celluloïd ou en ébonite.

Un cylindre de métal ne peut être utilisé; un mandrin en bois a le grand inconvénient de subir, en séchant, un retrait qui relâche la rigidité indispensable des spires de l'enroulement.

On trouve communément des tubes de carton chez les artificiers et chez les fabricants de boîtes et cartonnages.

Il est aisé de construire soi-même un tube de carton très solide en enroulant autour d'un rouleau de bois ou autour d'un tuyau de poêle en 7 ou 8 couches serrées imprégnées de colle forte un ruban de papier d'emballage ou de papier bulle. On laisse sécher 24 heures sous bonne ligature, après quoi on vernit soigneusement intérieurement et extérieurement le cylindre de carton ainsi obtenu.

Enroulement. — L'enroulement se fait à tours jointifs en serrant le plus possible le fer sur la carcasse

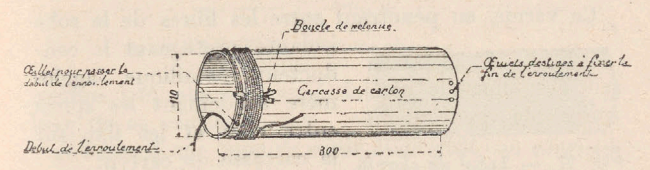


Fig. 96. — Enroulement du fil sur la carcasse.

de manière que les spires ne puissent ni glisser, ni chevaucher les unes sur les autres.

La figure 96 montre le procédé à employer pour arrêter solidement le début de l'enroulement. L'extrémité du fil est prise dans une petite boucle faite au moyen d'un ruban d'un centimètre de largeur dont les deux bouts en partie maintenus par les premières spires de la bobine, peuvent être tirés pour immobiliser le fil embrassé par la boucle.

Le sens adopté pour enrouler le fil d'une bobine de self est indifférent ; mais il est préférable, pour éviter toute erreur, d'adopter un sens unique d'enroulement, par exemple celui de marche des aiguilles d'une montre, pour la confection des appareils de T. S. F. sauf, bien entendu, le cas ou le sens des enroulements est obligatoirement déterminé.

L'extrémité du fil entièrement bobiné est immobilisée par son passage dans trois œillets disposés à 2 cm. les uns des autres au bord de la carcasse.

Lorsque l'enroulement est achevé et ses extrémités fixées, on le badigeonne soigneusement et à trois reprises avec un vernis à la gomme laque composé selon la formule suivante :

Gomme laque en écaille. . .	8	grammes.
Alcool à brûler.	100	—

Ce vernis, en pénétrant entre les fibres de la robe isolante protégeant le conducteur métallique, agglomère solidement les spires entre elles et les fixe sur la carcasse de carton.

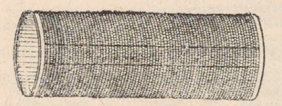


Fig. 97. — Tracé du chemin à dénuder.

Dénudage. — L'opération du dénudage des spires de la bobine d'accord le long de la génératrice parcourue par le contact du curseur est assez délicate. Elle ne doit jamais être faite à la lime, non seulement

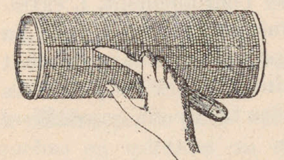


Fig. 98. — Dénudage au canif. 1re phase.

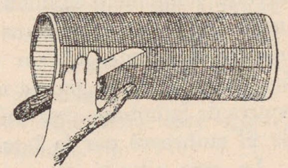


Fig. 99. — Dénudage au canif. 2e phase.

parce que le conducteur métallique est entamé par la lime, mais encore par ce que ce procédé effiloche la soie ou le coton de la robe isolante et détermine par endroits, entre les spires dénudées, de fines aigrettes

dont les duvets viennent s'interposer entre le contact du curseur et l'enroulement.

Les figures 97, 98 et 99 expliquent la façon de réussir un dénudage sans défaut.

Tout d'abord, on limite la partie à dénuder par deux traits de crayon parallèles ; celle-ci doit corres-

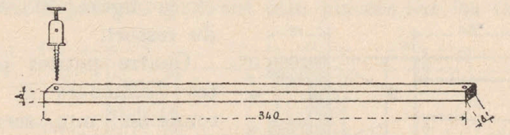


Fig. 100. — Réglette-glissière.

pondre très exactement à la course du curseur le long de sa réglette.

A l'aide d'une lame de canif bien effilé, on pratique une légère incision sur la robe isolante du fil de chaque côté du tronçon de spire compris entre les deux lignes parallèles, en opérant le plus possible au fond de la rainure qui sépare les spires entre elles. Les portions d'isolant à enlever se soulèvent alors naturellement sous la lame de canif et se détachent par petites plaques, laissant à nu le chemin du curseur.

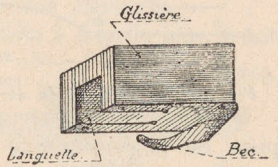


Fig. 101. — Curseur.

Réglettes et curseurs. — Les réglettes portant les curseurs sont constituées par des tiges de laiton pleines ou creuses ; elles mesurent 34 cm. de longueur et 8 mm. de côté sur la section (fig. 100).

Des bornes avec vis à bois de 20 mm. fixent chaque extrémité des réglettes sur les joues de la bobine et sont utilisées pour établir les connexions.

Le curseur que représente la figure 101 est un modèle

classique très facile à construire. La glissière est taillée dans un morceau d'ébonite ou de bois dur, ébène, chêne ou noyer ; le ressort de contact est découpé dans une lame de métal flexible (plaque vibrante de téléphone, par exemple).

La figure 102 donne les dimensions de la glissière et la figure 103 celles du ressort.

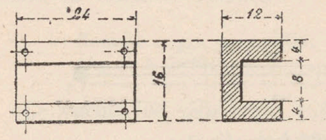


Fig. 102. — Glissière du curseur.

Quatre petites pointes (semences à tête ronde de 5 mm.) servent à fixer le ressort sur la glissière.

Il est important de relever légèrement la languette du ressort vers l'intérieur de la glissière afin d'assurer un bon contact sur la réglette, et d'arrondir l'extrémité du bec du curseur pour obtenir un glissement sans heurt sur les spires dénudées.

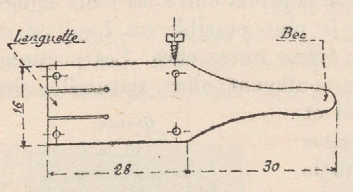


Fig. 103. — Ressort du curseur.

Un modèle de construction plus simple encore, puisqu'il peut être découpé d'une seule pièce, est le curseur que représentent les figures 104 et 105.

L'appareil est découpé, à l'aide de ciseaux de couturière, dans un ruban métallique de 98 mm. de longueur sur 14 mm. de largeur, en s'inspirant du croquis de la figure 104. Les entailles en croix représentées en *i* et en *j* se font avec un petit burin en plaçant le ruban sur une enclume ; les ailettes triangulaires qui résultent de ces entailles sont repliées à

l'intérieur du curseur pour frotter légèrement sur la réglette et assurer ainsi la stabilité du curseur.

L'extrémité de la languette *f* doit être engagée dans la fente ménagée vers *b* et recourbée de manière à maintenir la rigidité du dispositif.

Deux petites joues en bois de 20 mm. × 14 mm. et 2 mm. d'épaisseur peuvent être placées sur les côtés

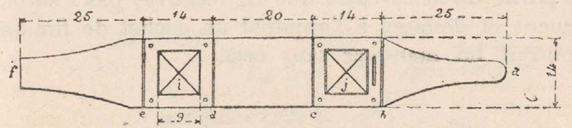


Fig. 104. — Tracé d'un curseur de fortune.

ouverts du curseur où les maintiendront quatre petites pointes de 5 mm. de longueur. Il est indispensable, dans ce cas, de percer les huit œillets destinés au passage des pointes avant le pliage du ruban découpé.

Montage de la bobine d'accord. — On peut procéder maintenant au montage de l'appareil dont on a achevé la construction des éléments.

La première opération consiste à fixer la joue avant de la bobine sur le socle. On relie ensuite le début de l'enroulement à la borne 4 qui est la « borne d'entrée ».

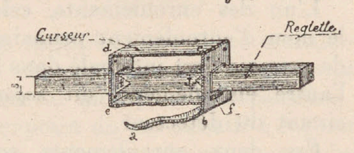


Fig. 105. — Curseur de fortune.

Après avoir légèrement encollé le pourtour du disque vissé sur la joue avant, on coiffe ce disque avec la bobine orientée de façon que les chemins dénudés correspondent exactement à la position des curseurs.

On encolle de même façon le disque de la joue arrière

qu'on introduit ensuite dans l'ouverture libre de la carcasse et on fixe la joue sur le socle.

On place enfin les réglettes après les avoir munies de leurs curseurs.

Un gros cordonnet ou un ruban de velours de quelques millimètres de largeur collé en bordure à chaque extrémité de la bobine dissimulera, au besoin, la partie de la carcasse que ne recouvre pas l'enroulement et donnera à l'appareil un cachet de fini qui pourrait lui manquer sans cela.

2° CONSTRUCTION D'UN TRANSFORMATEUR D'INDUCTION A ACCOUPLEMENT VARIABLE

Le transformateur d'induction communément employé en télégraphie sans fil pour obtenir dans un circuit de réception une bonne sélection des radiotélégrammes consiste essentiellement en deux enroulements réglables complètement séparés, mais susceptibles d'agir inductivement l'un sur l'autre.

L'un des enroulements, celui qu'on désigne sous le nom d'enroulement primaire ou plus couramment de *primaire*, est intercalé dans le circuit de l'antenne ; l'autre enroulement, dit *secondaire*, fait partie du circuit du détecteur.

Ces deux enroulements sont disposés, le plus souvent, sur deux cylindres creux de carton ou d'ébonite qui pénètrent l'un dans l'autre ; cette disposition télescopique est commode pour faire varier la valeur de l'accouplement des deux circuits par le simple déplacement de l'une des bobines ; mais d'autres procédés peuvent être utilisés à cette

fin; par exemple, le pivotement d'une des bobines sur une charnière ou autour d'un axe perpendiculaire au plan des spires, ou encore le déplacement latéral sur un même plan lorsque les enroulements sont constitués par des spirales plates.

On donne habituellement au fil de la bobine primaire un diamètre supérieur au fil de la bobine secon-

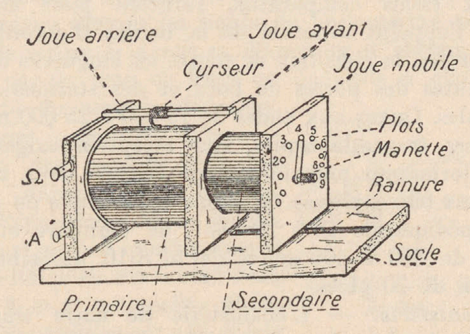


Fig. 106. — Transformateur d'induction.

daire, bien qu'il n'y ait à cela aucune nécessité impérieuse.

Les dimensions des enroulements d'un transformateur de réception doivent être rigoureusement déterminées et réduites au minimum indispensable ; on ne gagnerait rien au point de vue sélectif à réaliser un appareil ayant un primaire et un secondaire très étendus. En règle générale, on donne aux deux enroulements des dimensions aussi semblables que possible, en tenant compte qu'ils doivent pouvoir se recouvrir entièrement en laissant un très petit espace entre eux.

Dans un accord serré, l'intervalle entre le primaire

et le secondaire ne doit jamais dépasser 8 à 10 millimètres.

La figure 106 représente le type classique du transformateur d'induction. Ce modèle, très facile à construire, est pratique et précis.

Les dimensions que nous recommandons de donner à l'appareil, et qui ont été arrêtées après de nombreux essais comparatifs, suffiront pour assurer, avec l'appoint éventuel de la bobine d'accord déjà construite, la réception de toutes les longueurs d'onde courantes des postes de bord et des stations continentales. Quant aux ondes de 10 000 à 25 000 m. des services transatlantiques, leur réception exigera un transformateur plus important fait de deux enroulements télescopiques de forme cylindrique ou parallélipipédique de 18 à 20 cent. de diamètre et portant de 350 à 400 spires de fil 8/10 utilisables au moyen de 20 plots.

Ebénisterie. — L'ébénisterie de notre transformateur à accouplement variable comprend un socle rectangulaire et trois joues de forme carrée, dont deux sont fixées à demeure sur le socle; elles maintiennent la bobine primaire et portent son curseur de réglage. La troisième joue, qui est mobile, porte la bobine secondaire et le jeu de plots correspondant au fractionnement de l'enroulement.

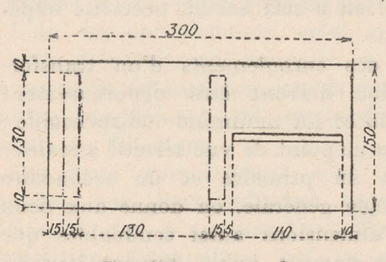


Fig. 107. — Le socle.

Le socle est fait d'une planchette de 15 mm. d'épaisseur mesurant 30 cm. de longueur et 15 cm. de largeur.

Il porte, en son milieu, sur une longueur de 12 cm. une rainure de 6 mm. de largeur environ destinée à servir de guide à un ergot fixé à la base de la joue mobile dont le déplacement se trouve ainsi rigoureusement limité à un mouvement de va-et-vient sur un même axe.

Cette rainure (fig. 107) se fait sans difficulté à l'aide d'une petite scie à découper, surtout si l'on a pris soin de tracer au crayon les bords de l'échancrure pour servir de repère à la scie et d'amorcer le chemin de celle-ci par un trou de foret ou de vrille à chaque extrémité du croquis directeur.

Les trois joues utilisées comme supports des enroulements ont mêmes dimensions ; elles ont 15 mm. d'épaisseur et 13 cm. de côté.

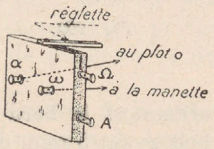


Fig. 108. — La joue arrière.

La joue arrière que représente la figure 108 porte sur le côté deux bornes A et Ω auxquelles aboutissent respectivement le début de l'enroulement primaire et le curseur dont le déplacement sur les spires de la bobine détermine l'autre extrémité de l'enroulement utilisé.

Deux autres bornes α et ω, placées sur la face extérieure de cette joue, sont reliées par deux connexions souples isolées, l'une au premier plot de la bobine secondaire et l'autre à la manette de réglage ; elles commandent ainsi l'entrée et la sortie de l'enroulement mobile.

Un disque de bois de 9 cm. de diamètre et 5 mm. d'épaisseur, fixé au centre de la face intérieure de la joue arrière, est destiné à servir de support à la carcasse de l'enroulement primaire dans les conditions que nous avons exposées à propos de la construction d'une bobine d'accord.

La joue avant porte en son centre une ouverture circulaire de 10 cm. de diamètre destinée à laisser pénétrer la bobine secondaire à l'intérieur de la bobine primaire dont une extrémité est, en effet, appuyée sur cette joue et s'y trouve maintenue,

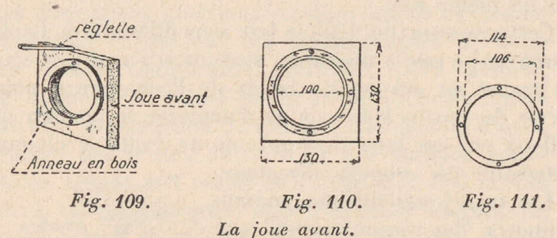


Fig. 109. *Fig. 110.* *Fig. 111.*
La joue avant.

affleurant le bord de l'ouverture, par un collier de bois ayant 5 mm. d'épaisseur, pour diamètre extérieur 114 mm. et pour diamètre intérieur à peu près le diamètre extérieur de l'enroulement secondaire; les figures 109, 110 et 111 montrent le détail et l'ensemble de cette disposition.

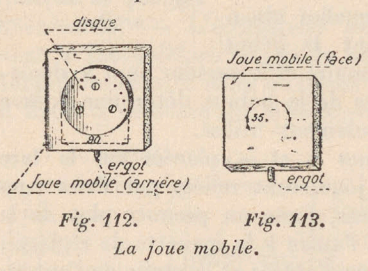


Fig. 112. *Fig. 113.*
La joue mobile.

La joue mobile, dont la figure 112 représente la face intérieure et la figure 113 la face extérieure, sert de support à la bobine secondaire. Elle porte d'un côté, en son centre, un disque en bois de 90 mm. de diamètre et 1 cm. d'épaisseur, sur lequel vient s'emboîter l'extrémité de la carcasse secondaire.

Au centre de la face extérieure est tracée une demi-circonférence de 35 mm. de rayon (fig. 113), qu'on

partage ensuite en dix parties égales pour percer à chaque division un trou de 1 mm. de diamètre environ. Ces trous, faits commodément avec un foret ou une petite vrille, doivent traverser la joue et le disque ; ils servent de canaux pour amener les fils aboutissant aux fractionnements de l'enroulement secondaire sous les plots correspondants dont ils marquent approximativement la position.

Le petit ergot placé à la base de la joue mobile, et destiné à guider le déplacement de cette dernière le long de la rainure pratiquée dans le socle, peut être constitué par une grosse pointe sans tête ou par une cheville cylindrique en bois (manche de porte-plume d'écolier) de 5 ou 6 mm. de diamètre et de 1 cm. environ de longueur.

Enroulement primaire. — La carcasse de l'enroulement primaire est constituée par un tube de carton de 10 cm. de diamètre et 13 cm. de longueur. Le fil utilisé pour l'enroulement est du fil de cuivre isolé à la soie (deux couches) de 8/10 de millimètre de diamètre, bobiné à tours jointifs à partir de 1 cm. du bord de la carcasse et jusqu'à 5 millimètres environ du bord opposé.

On se reportera pour les soins à apporter au bobinage et le procédé à employer pour le dénudage du fil, au chapitre que nous avons consacré à la construction d'une bobine d'accord.

Enroulement secondaire. — L'enroulement secondaire est établi sur un tube de carton de 9 cm. de diamètre et 13 cm. de longueur ; il commence aussi près que possible du bord de la carcasse, dans la partie qui pénètre à l'intérieur de la bobine primaire, de manière que les premières spires des deux enroulements se trouvent exactement superposées dans la position de couplage serré.

Pour confectionner l'enroulement secondaire, il est pratique de percer tout d'abord sur la carcasse, le long d'une génératrice, et à 12 mm. les uns des autres, une série de dix trous ayant un diamètre suffisant pour le passage d'une boucle du fil à bobiner et, à hauteur du dernier trou, parallèlement au bord de la carcasse, une série d'œillets, doubles cette fois, mais semblablement espacés. On donne à chacun de ces œillets un numéro d'ordre qui constitue un repère rendant impossible toute erreur dans l'établissement de la bobine (fig. 114).

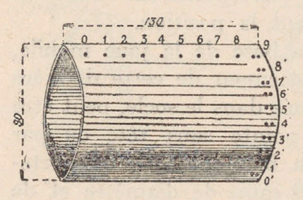


Fig. 114. — L'enroulement secondaire.

Le fil que nous conseillons d'employer ici, est du fil de cuivre de 45/100 de millimètre de diamètre, isolé à la soie. L'extrémité du fil constituant l'entrée de l'enroulement passe dans l'œillet n° 0, traverse l'intérieur de la carcasse et vient s'attacher sur le double œillet marqué du chiffre o′. Une longueur de fil de 8 cm. doit rester libre en o′ pour être rattachée, par la suite, au plot correspondant d'un clavier de réglage.

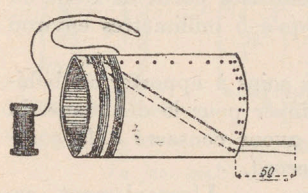


Fig. 115. — Le bobinage.

L'opération du bobinage commence alors en adoptant pour le sens d'enroulement celui déjà choisi pour la bobine primaire.

Quand on arrive, ayant achevé le premier fractionnement de vingt spires, à hauteur de l'œillet

n° 1, on maintient soigneusement l'enroulement d'une main pour passer de l'autre le fil replié en boucle dans cet œillet (fig. 115) ; on rattrape la boucle à l'intérieur de la bobine et on la noue solidement en 1, ou on la laisse pendre aussi de 8 cm.

Le bobinage se continue de même façon jusqu'à l'œillet n° 9 qui marque la fin de l'enroulement secondaire dont la longueur totale mesure à ce point 60 m. environ.

Il est indispensable, pour fixer l'enroulement secondaire sur sa carcasse et assurer l'isolement des spires, de passer sur la bobine terminée une ou deux couches de vernis à la gomme-laque.

Réglette et curseur. — Pour la construction du curseur, on se rapportera aux explications et données déjà fournies. La réglette doit avoir 16 cm. de longueur, elle peut être fixée sur les joues qui maintiennent l'enroulement primaire au moyen de deux vis en cuivre de 2 cm. de longueur.

La connexion qui relie le curseur à la borne Ω est prise à l'extrémité de la réglette entre deux petites rondelles sous la vis de fixation ; un fil de cuivre nu, un ruban métallique, un petit câble souple conviennent parfaitement pour cet usage. La prise de contact sous la borne doit également être assurée par le serrage de l'extrémité du câble de connexion entre deux petites rondelles.

Manettes et plots. — Le réglage de l'enroulement secondaire, difficile à réaliser par curseur, se fait commodément par le déplacement d'une manette sur un clavier de plots.

Ces plots, pour lesquels il serait superflu de confectionner ou d'acheter des pièces spéciales, sont très avantageusement constitués par des clous de tapissier à tête ronde en cuivre. On trouve chez

les quincailliers une grande variété de modèles dont quelques-uns sont tout à fait pratiques.

La manette que représente la figure 116 et que les figures 117 et 118 décomposent en ses éléments est d'une construction tout à fait simple.

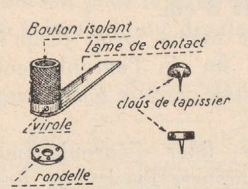


Fig. 116. — La manette.

D'un prix de revient presque insignifiant, ce modèle est néanmoins plus robuste et plus commode que les petites manettes du commerce empruntées aux jouets électriques.

La pièce principale du dispositif est une languette métallique, mobile autour d'un axe, utilisable comme balai de contact sur les plots.

Cette languette est commandée par un bouton isolant que traverse librement une vis à ressort qui la fixe au centre de l'éventail formé par le jeu de plots et règle sa pression sur ces derniers.

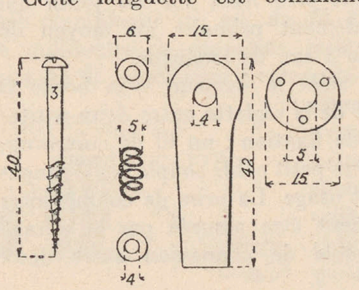


Fig. 117. — Détails de la manette.

La manette ne repose pas directement sur la joue mobile du transformateur; elle repose sur une rondelle métallique fixée à la joue et reliée par une connexion souple à la borne ω. Cette rondelle, qui a une épaisseur légèrement inférieure à celle des plots, mesure 15 mm. de diamètre et porte en son centre une lunette de 5 mm. destinée au passage de la vis servant d'axe de rotation à la manette.

La figure 118 donne le croquis et les cotes des diverses parties de l'appareil.

La vis à bois, les petites rondelles qui servent de bases d'appui au ressort sont à la portée de tous.

La languette est découpée ou dressée à la lime dans une petite plaque de laiton de 1 mm. 1/2 d'épaisseur. Les arêtes de ses bords sont légèrement arrondies vers la partie qui frotte afin de lui assurer un glissement sans heurt.

Quant au bouton isolant, il est fait de bois ou d'ébonite ; son axe est suffisamment évidé pour permettre le passage sans frottement de la vis à ressort, et une virole, encerclant sa base, doit assurer sa fixation par soudure sur la languette.

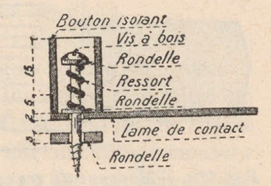


Fig. 118. — Montage de la manette.

Les marchands d'accessoires pour briquets et les quincailliers vendent des petits ressorts cylindriques ; mais il est facile de fabriquer celui qu'exige notre dispositif en détrempant au feu un fil d'acier ou une fine aiguille à tricoter pour l'enrouler en spirale autour d'une pointe de 4 mm. de diamètre ; on redonne ensuite son élasticité première au métal, en plongeant à la température du rouge brun la boudinette ainsi obtenue dans un bain savonneux.

La figure 118 montre l'agencement des différentes parties de la manette.

Montage du transformateur d'induction. — Lorsqu'on a réuni et préparé les divers éléments dont se compose le transformateur, on procède à leur assemblage.

En premier lieu, il convient de placer la bobine primaire entre les joues qui la maintiendront, de fixer ces joues sur le socle, de disposer convenablement le curseur de réglage en face du chemin dénudé sur l'enroulement et d'établir les deux connexions terminales en tenant compte des conseils que nous avons donnés à propos de la construction d'une bobine d'accord.

On achève ensuite le montage de la bobine secondaire en commençant par passer chaque fil ou boucle, arrêtés au bord de la carcasse, dans le canal qui correspond sur la joue mobile au plot auquel doit aboutir cette connexion.

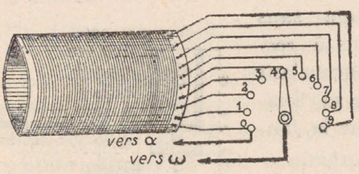


Fig. 119. — Montage du transformateur.

Lorsque tous les fils ont été passés dans les canaux, on enduit d'une couche de colle forte les bords du disque de bois fixé sur la joue mobile et on y engage l'ouverture du tube de carton portant l'enroulement.

On ferme l'autre extrémité du tube au moyen d'un disque semblable au précédent et sur lequel on a ménagé deux canaux que traversent deux conducteurs souples isolés d'une longueur de 30 cm. environ reliant respectivement aux bornes α et ω de la joue arrière du transformateur le plot *o* et la manette.

Il ne reste plus qu'à fixer en bon contact électrique sous le plot qui lui est destiné chacun des fils alignés sur un demi-cercle à la surface de la joue mobile (fig. 119). Aussi minutieuse que soit cette opération, elle ne présente aucune difficulté. Si l'on craint de ne pouvoir réussir une soudure du fil à

l'intérieur de la capsule formant la tête du clou de tapissier, il suffit d'enrouler l'extrémité dénudée autour d'une boulette de papier d'étain qu'on emprisonne sous la capsule et que celle-ci écrase lorsqu'on enfonce le clou sur la joue.

En engageant plus ou moins dans le bois la vis centrale de la manette, on augmente plus ou moins la pression de la languette sur les plots ; on ne perdra pas de vue en fixant cette vis que si une pression insuffisante peut déterminer un mauvais contact, une pression trop forte gêne, par contre, la manœuvre de la manette et peut détériorer les plots.

Il est bon, enfin, de recouvrir l'enroulement secondaire d'une enveloppe protectrice faite d'un morceau de velours uni peu épais, de toile ou de papier verni; cette robe empêche le frottement des spires sur le bord de la lunette de la joue fixe du transformateur à chaque variation du couplage et les garantit contre une détérioration accidentelle.

3° CONSTRUCTION DE CONDENSATEURS FIXES

Après la bobine d'accord, l'appareil le plus utile pour compléter l'agencement d'un récepteur de télégraphie sans fil est le condensateur fixe.

Ce genre de condensateur est utilisé dans un circuit de réception, soit pour empêcher la mise en court-circuit du détecteur lorsque celui-ci se trouve relié aux extrémités d'un enroulement, soit, plus souvent, pour shunter l'écouteur téléphonique.

Dans ce dernier cas, le rôle du condensateur fixe est de favoriser l'établissement d'oscillations dans le circuit détecteur et d'obliger le courant direct

résultant du redressement des oscillations par le détecteur à passer tout entier par le téléphone.

Pour que les oscillations restent localisées dans le circuit détecteur et ne traversent pas le téléphone dont la résistance les amortirait en partie, il importe que le condensateur-shunt leur offre un passage plus facile à franchir que celui offert par l'écouteur. En conséquence, plus la résistance ohmique du téléphone sera faible, plus la capacité du condensateur destinée à la contrebalancer devra être grande.

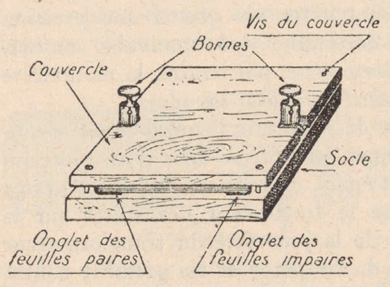


Fig. 120. — Disposition du condensateur.

La capacité d'un condensateur fixe s'établit habituellement entre .001 et .004 microfarad.

La figure 120 représente un modèle de condensateur fixe très facile à construire.

L'appareil se compose, en effet, d'un petit cahier de feuilles d'étain isolées entre elles et reliées par paires et impaires, chaque groupe constituant une « armature » du condensateur. Le tout est simplement bloqué entre deux planchettes de bois.

Ébénisterie. — Le socle de l'appareil (fig. 121) est fait d'une planchette de bois verni ou paraffiné mesurant 19 cm. sur 8 et 10 mm. d'épaisseur.

Une planchette plus mince (5 mm. d'épaisseur environ), en ébonite ou en bois dur également verni, ayant même largeur et même longueur que le socle sert de couvercle.

Deux échancrures de 10 mm de largeur et 15 mm. de

profondeur sont ménagées au milieu des côtés de 8 cm. pour permettre le passage des bornes fixant sur le socle le condensateur par ses deux armatures. Ces échancrures se font aisément à l'aide d'une petite

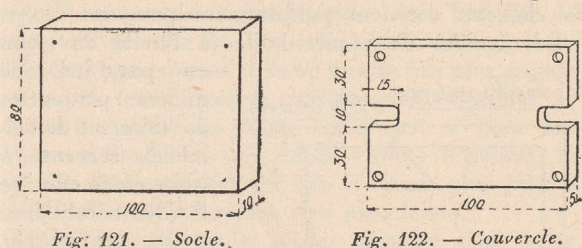


Fig. 121. — Socle. *Fig. 122. — Couvercle.*

râpe demi-ronde, si le couvercle est en ébonite, ou au moyen d'une petite scie à découper, voire même d'un simple couteau, si la planchette est en bois. Dans ce cas, il est nécessaire d'utiliser un bois dur, chêne ou noyer, offrant une rigidité suffisante.

Les petits trous qui figurent sur notre dessin aux

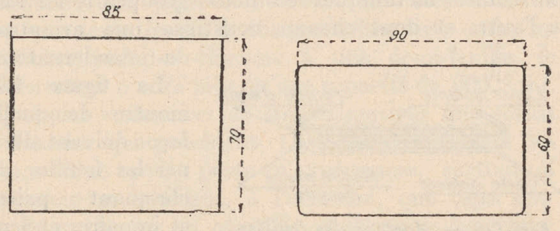


Fig. 123. — Feuille isolante. *Fig. 124. — Feuille d'étain.*

angles du couvercle sont destinés à recevoir quatre vis de 1 cm. et demi de longueur qui fixeront ce couvercle sur le socle pour maintenir solidement pressé le bloc du condensateur.

Armatures. — Les armatures du condensateur sont constituées par des feuilles de clinquant découpées selon le croquis de la figure 124, c'est-à-dire mesurant 90 mm. sur 60, le papier d'étain utilisé pour l'emballage du chocolat convient parfaitement pour cet usage.

Des feuilles de papier huilé (à l'huile de ricin) ou paraffiné, de minces plaquettes de mica ou de celluloïd servent à isoler entre elles les feuilles métalliques.

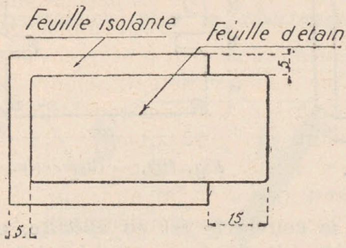


Fig. 125. — Position des feuilles.

Ces dernières dépassent de 15 mm. à droite ou à gauche, selon qu'elles occupent un rang pair ou un rang impair, la feuille isolante sur laquelle chacune est respectivement posée (fig. 125). Cette disposition permet de réunir aisément toutes les feuilles métalliques en deux groupes isolés l'un de l'autre et dont chacun constitue une armature du condensateur.

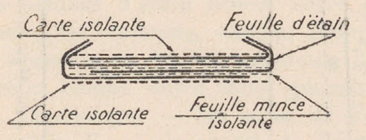


Fig. 126. — Montage des feuilles.

La figure 126 montre de quelle façon doivent alterner les feuilles de clinquant paires et impaires et leur position dans le bloc entre les feuilles isolantes représentées en pointillé.

Pour augmenter la solidité de l'appareil, il est bon de doubler la première et la dernière feuille isolante avec des cartes paraffinées qui servent de couverture de garde au bloc du condensateur.

Étalonnage. — *La capacité d'un condensateur dépend non seulement de la surface des armatures en regard, mais encore de l'épaisseur de l'isolant ou « diélectrique » qui sépare les feuilles métalliques entre elles et de la nature de ce diélectrique.* Ainsi l'emploi de plaquettes de mica comme isolant assurera à un condensateur une capacité trois ou quatre fois plus grande que ne le ferait, toutes choses égales, l'emploi de feuilles de papier de même épaisseur ; et pour des armatures égales et une même variété d'isolant, la capacité d'un condensateur sera d'autant plus grande que l'épaisseur de l'isolant sera plus faible.

En utilisant du papier écolier paraffiné pour isoler des feuilles de clinquant mesurant 90 mm. sur 60, on réalise, à peu de chose près, un condensateur de .004 microfarad en formant chaque armature par trois feuilles métalliques ; une capacité de .002 mf. n'exigera que deux feuilles par armature ; une capacité de .001 mf., deux feuilles pour une armature et une demi-feuille entre les précédentes pour l'autre armature ; une capacité de .0005 mf. sera obtenue avec une seule feuille à chaque armature ; enfin les armatures réduites chacune à une demi-feuille, le condensateur n'aura plus qu'une capacité de .00025 mf.

Quelques sommaires et approximatives que soient les données qui précèdent, elles suffiront à tous les besoins d'un petit poste d'expériences, surtout si l'opérateur se souvient, à l'occasion, que *deux condensateurs groupés en parallèle additionnent leur capacité respective alors qu'ils la divisent lorsqu'ils sont montés en série* ; en d'autres termes, que deux condensateurs de .004 mf., par exemple, groupés en parallèle équivalent à un condensateur unique de .008 mf., mais ne représentent plus qu'une capacité totale de .002 mf. lorsqu'ils sont montés en série.

Montage de l'appareil. — Lorsque le bloc du condensateur est achevé, on le presse un moment sous un fer à repasser légèrement chaud, on fait fondre ainsi la paraffine qui imprègne le papier isolant, assurant sur celui-ci l'adhérence parfaite des feuilles de clinquant. En se refroidissant, la paraffine emprisonne complètement le bloc dans une gaine imperméable.

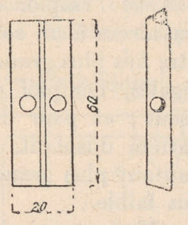


Fig. 127. — Charnières.

Après cette opération, on replie sur la carte supérieure les marges métalliques débordant à droite et à gauche et on les serre dans deux charnières découpées dans un mince ruban de cuivre ou de laiton (fig. 127).

Ces onglets portent sur chaque aile repliée un œillet destiné au passage de la vis des bornes qui fixeront

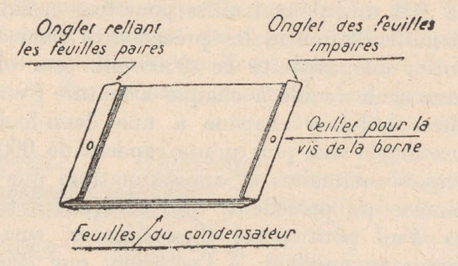


Fig. 128. — Le condensateur terminé.

le condensateur sur le socle en assurant une bonne prise de contact sur chaque armature (fig. 128).

Il est prudent de combler la rainure que laissent entre eux le couvercle et le socle dont l'assemblage maintient le bloc du condensateur, en y versant un

peu de cire ou de paraffine fondue, l'étanchéité ainsi obtenue assurera une valeur constante de la capacité.

Condensateur à plots. — On peut réaliser une capacité variable par sauts en groupant selon le schéma de la figure 129 un certain nombre de petits condensateurs fixes de valeur différente.

Par le jeu des manettes **M** et M′ qui sont reliées électriquement, comme les plots de même ordre le sont d'un clavier à l'autre, on peut insérer entre les bornes A et B l'une des capacités *a*, *b*, *c*, *d*, ou deux, ou trois ou toutes les quatre ensemble ; on peut encore insérer avec l'une d'elles, l'une quelconque des trois autres. On dispose ainsi d'une échelle de capacités suffisamment étendue pour assurer un accord relatif dans un circuit de réception.

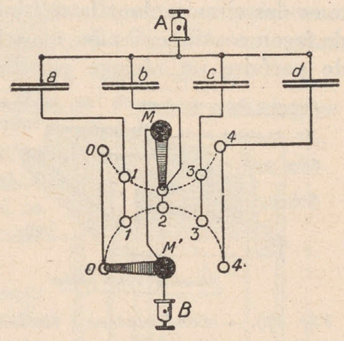


Fig. 129. — Condensateur à plots.

Les valeurs de capacité suivantes constituent une gamme convenablement progressive qu'on pourra adopter pour confectionner les différentes unités d'un condensateur à plots : $a = .0001$ mf.; $b = .00025$ mf.; $c = .0005$ mf. ; $d = .001$ mf. ; au besoin on ajoutera un cinquième condensateur de .001 ou .002 de microfarad.

4° CONSTRUCTION DE CONDENSATEURS VARIABLES

Un condensateur variable n'est pas un appareil absolument indispensable sur une petite table de réception de T. S. F. ; il y devient cependant un auxiliaire précieux dès qu'on vise à obtenir des accords précis avec des circuits dont la self-induction ne peut varier de façon continue, il offre alors le seul moyen pratique de parfaire un réglage par l'appoint d'un complément de capacité de valeur convenable.

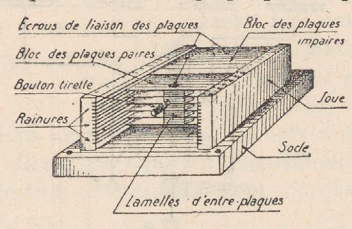


Fig. 130. — Condensateur à tiroir.

Il y a deux types classiques de condensateurs variables : un modèle à « tiroir » constitué par des lames qui peuvent se recouvrir plus ou moins en glissant les unes sous les autres et un modèle « rotatif » dans lequel une des armatures peut pivoter autour d'un axe pour être engagée progressivement sous l'autre armature qui est fixe.

Le modèle à tiroir est plus encombrant, moins pratique, mais plus précis et plus stable que le modèle rotatif ; il est aussi d'une construction plus facile et moins onéreuse.

La capacité d'un condensateur variable dépend évidemment de la surface des armatures en regard, mais aussi, en grande partie, de la distance qui sépare entre elles deux plaques voisines. Les meilleurs condensateurs variables n'ont qu'un demi-millimètre

entre plaques, mais ils sont très rares ; le plus souvent on se contente pour cette mesure du millimètre.

Les petits condensateurs rotatifs constitués par trois ou quatre demi-cercles de tôle n'ont aucune valeur scientifique, la progression de la capacité n'y étant pas régulière. Nous leur préférons l'appareil de fortune qu'on réalise sans frais en disposant en portefeuille deux plaques métalliques rigides isolées sur leurs bords par un onglet de papier et maintenues sur un côté par une reliure en toile collée au vernis; on fait varier la capacité de ce condensateur en entr'ouvrant légèrement ses armatures à la façon d'un livre ou en glissant entre elles la lame d'os ou de bois d'un petit coupe-papier.

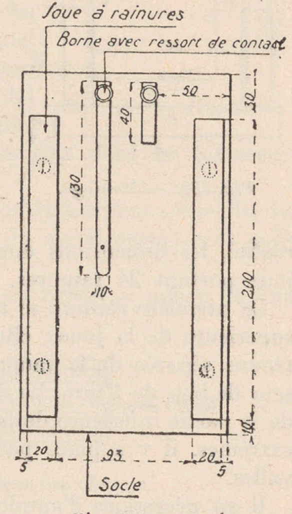


Fig. 131. — Socle.

La figure 130 représente un condensateur variable à diélectrique air dont la construction est relativement aisée. L'appareil se compose de deux joues portant des rainures parallèles servant de rails aux plaques métalliques constituant les armatures et permettant à une partie de celles-ci de glisser plus ou moins sous l'autre moitié; ce dispositif est fixé sur un socle portant deux bornes de connexion.

Ébénisterie. — Le socle a 20 mm. d'épaisseur et mesure 143 mm. de largeur sur 240 de longueur. Sur cette planchette sont fixées, par des vis de 4 cm. envi-

ron, deux joues de 20 mm. d'épaisseur, hautes de 55 et longues de 200 mm. (fig. 131 et 132); ces joues sont rigoureusement parallèles, écartées de 93 mm. et portent chacune autant de rainures que le condensateur compte de plaques dans ses deux armatures.

Pour la clarté du dessin, nous n'avons représenté sur le croquis de la figure 133 que neuf rainures; en

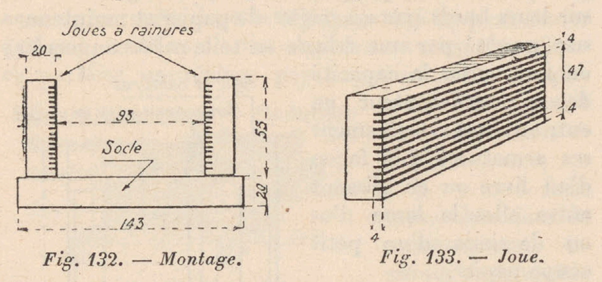


Fig. 132. — Montage. *Fig. 133. — Joue.*

réalité, les dimensions données correspondent à une joue portant 24 rainures.

La première rainure se trouve à 4 mm. de la partie supérieure de la joue ; elle a 1 mm. de largeur et se trouve séparée de la rainure suivante par une épaisseur de bois de 1 mm. La dernière rainure est à 4 mm. de la partie inférieure de la joue. Entre ces 2 rainures extrêmes, il y a place pour 22 rainures et 23 intervalles.

Il est nécessaire d'employer pour la confection des joues du bois bien sec et très dur, de l'ébonite convenant mieux encore.

Lorsque les joues sont découpées et convenablement rabotées, on y trace avec la pointe fine d'un crayon les 47 lignes parallèles distantes d'un millimètre qui limitent les rainures et les espacements réservés entre

chacune d'elles ; puis, à l'aide d'une scie dont la lame a 1 mm. d'épaisseur, on trace les rainures en leur donnant 4 mm. environ de profondeur.

Armatures. — Chaque armature du condensateur comprend 12 plaques. Ces plaques doivent avoir 1 mm. d'épaisseur pour conserver une rigidité dont dépendent pour une bonne part, la stabilité et la variation régulière de la capacité.

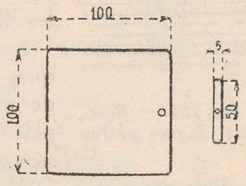
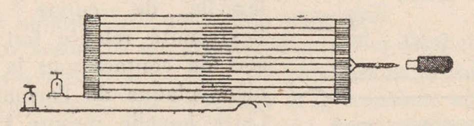


Fig. 134. — Armatures.

Elles seront découpées, suivant le schéma de la figure 134, dans une plaque de cuivre, de laiton ou d'aluminium ; à défaut de ces métaux, on peut utiliser le zinc qu'on trouve facilement dans le commerce en toutes épaisseurs.

Les coins de plaques sont légèrement arrondis, les arêtes adoucies, la surface du métal nettoyée et polie au papier émeri fin.

Un trou de 3 ou 4 mm. est percé au milieu de l'un des bords de chaque plaque pour permettre le passage d'une tige à écrou de 55 mm. de longueur destinée à fixer en bloc les 12 plaques de chaque armature.


Fig. 135. — Liaison des vlaques.

L'intervalle de 3 mm., indispensable entre chaque plaque d'une même armature pour permettre la

pénétration des plaques correspondantes de l'armature opposée, doit être assuré par l'interposition entre deux plaques consécutives d'une languette de plomb de 3 mm., ou par 3 languettes de même épaisseur que les plaques et enfilées comme elles sur la tige de l'écrou de blocage comme le montrent les figures 135 et 136.

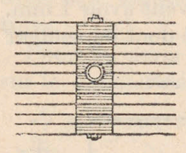


Fig. 136. — Bloc des plaques paires.

Sur la tranche du bloc des plaques de rang pair (fig. 135, partie de droite), on soude par sa tête plate une petite vis de 2 cm. qui servira de support au bouton isolant nécessaire à la manœuvre de l'armature mobile du condensateur.

Montage de l'appareil. — Lorsqu'on a fixé sur le socle, à l'écartement voulu (93 mm.), les deux joues à rainures, on place à l'arrière les deux bornes qui doivent assurer les connexions des armatures du condensateur.

La borne représentée en haut et à gauche du croquis de la figure 131 est reliée à l'armature mobile par l'intermédiaire d'une lamelle de cuivre dont l'extrémité relevée fait ressort de contact sous la dernière plaque de l'armature. Cette lamelle mesure 1 cm. de largeur et 13 de longueur; elle est fixée à sa base sous la borne et aux deux tiers de sa longueur sur le socle par une vis ou une petite pointe (fig. 137).

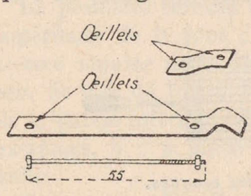


Fig. 137. — Lame de contact.

La borne de droite est reliée par une languette de 4 cm. environ au bloc des plaques de rang impair qu'elle maintient ainsi immobile.

L'armature fixe doit être mise en place la première en engageant avec soin le bord des plaques dans les rainures respectives destinées à les recevoir; elle est ensuite immobilisée, comme il vient d'être dit, par son attache à la borne.

L'armature mobile est alors engagée dans les rainures de rang pair où elle doit pouvoir glisser librement.

Il est nécessaire d'épousseter de temps à autre

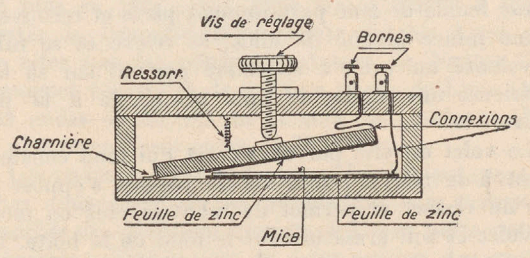


Fig. 138. — Condensateur variable à bascule.

l'appareil pour enlever les poussières qui, en se déposant à la surface des plaques, pourraient compromettre à la longue l'isolement des armatures.

Au besoin, il est possible d'enfermer l'appareil que nous avons décrit entre trois planchettes protectrices, une à l'avant, une à l'arrière et la troisième au-dessus des joues à rainures. Une petite lunette découpée au centre de la planchette de face permettra, dans ce cas, le passage d'un plus long bouton isolant permettant la manœuvre de l'armature mobile du condensateur.

Nous avons marqué sur la joue de droite de l'appareil représenté par la figure 130 une échelle graduée au millimètre dont les divisions peuvent être utilisées comme repères de réglage en prenant comme index

le bord de l'armature mobile. Lorsque l'appareil est clos par des planchettes de garde, ces repères doivent être tracés le long de la tirette fixée à l'armature mobile et le bord de la lunette est alors utilisé comme index.

Condensateur variable à bascule. — La figure 138 représente un modèle de condensateur à bascule très simple à confectionner.

Au-dessus d'un fond de boîte tapissée au moyen d'une feuille de zinc parfaitement plate et recouverte d'une mince plaque de mica, se relève et se rabat à volonté un volet à charnière portant sur sa face inférieure une feuille de zinc semblable à la première.

Le volet est tiré par un ressort qui tend constamment à le relever ; une vis de réglage s'oppose au jeu du ressort et permet de rabattre plus ou moins le volet et son armature sur le fond de la boîte. Les deux plaques métalliques rapprochées ou éloignées tour à tour s'influencent plus ou moins, constituant un condensateur de faible capacité sans doute mais ayant une grande régularité de fonctionnement.

Condensateur variable rotatif. — Le lecteur trouvera au chapitre consacré à la réalisation d'un poste d'émission sur ondes entretenues, les détails de construction d'un condensateur variable rotatif. Le modèle décrit est assez petit ; aussi les dimensions et le nombre des plaques pourront être doublés afin de constituer une capacité utilisable dans un circuit oscillant normal de réception.

La valeur pratique d'un condensatenr variable s'établit habituellement entre .0005 et .0025 de microfarad.

5° BOBINES D'ACCORD A PLUSIEURS COUCHES DE FILS

ENROULEMENTS A " SPIRES CHEVAUCHANTES " GALETTES EN " FOND DE PANIER " — INDUCTANCES " NIDS D'ABEILLES "

Les nouvelles stations radiotélégraphiques utilisent de plus en plus, pour leurs transmissions à longue portée, les très grandes longueurs d'ondes. Ainsi, pour ne citer que les nôtres, la station de Nantes (UA) transmet sur ondes de 9 000 m.; celle de Lyon (YN), sur ondes de 15 000 m. et celle de Bordeaux (LY), la plus récente, sur ondes de 23 000 m.

Les ondes de grande longueur bénéficient, en effet, d'un amortissement peu rapide qui leur permet de franchir des distances importantes sans perte notable d'énergie ; d'autre part, le petit nombre des stations qui transmettent avec elles garantit leur réception contre les brouillages par interférences si fréquents avec les ondes courtes émises continuellement par des milliers de petits postes.

Il va sans dire que les émissions de ces puissantes stations exigent des antennes radiatrices colossales dont les nappes aériennes couvrent parfois des superficies de plusieurs centaines d'hectares et que leur réception nécessite des dispositifs d'accord et de réglage autrement importants que les petits appareils récepteurs d'une table d'amateur.

La réception des grandes longueurs d'onde préoccupe néanmoins bon nombre de sans-filistes et l'on peut affirmer qu'il n'est si modeste antenne qui ne s'ingénie pour vibrer à l'unisson des antennes géantes.

Pour l'amateur qui dispose d'un cadre et de dispo-

sitifs amplificateurs convenables, le problème ne présente aucune difficulté, un cadre s'accordant très aisément sur toutes longueurs d'onde ; mais la solution est moins simple pour celui qui ne peut utiliser qu'un petit collecteur d'ondes aérien, car les dimensions à donner aux appareils d'accord — bobine de self ou transformateur Tesla — atteignent nécessairement ici des proportions énormes qui rendent ces appareils encombrants et peu maniables.

On jugera de l'incommodité qui résulterait de l'emploi de tels instruments dans le cas qui nous intéresse, en considérant qu'une antenne bifilaire de 30 m., mesure courante d'un collecteur d'ondes d'amateur, exigerait pour être accordée sur l'émission de Bordeaux l'appoint d'une bobine de self ordinaire de 20 cm. de diamètre et de 3 m. de hauteur ; encore faudrait-il adopter pour l'enroulement de cette bobine un fil de diamètre assez faible — 8 dixièmes de millimètre par exemple, — un fil plus gros nécessiterait une carcasse plus longue, un fil plus fin donnerait à l'inductance une résistance ohmique trop élevée.

Un transformateur d'induction destiné à la même réception devrait utiliser deux enroulements télescopiques à accouplement variable, comprenant chacun 500 spires bobinées sur carcasse de 30 cm. de diamètre environ.

On ne peut songer à réduire les dimensions des bobines en disposant les enroulements en deux ou plusieurs couches comme on le fait dans les selfs d'allumage ou dans les électros ; ce procédé qui est utilisable pour des bobines traversées par du courant continu ne convient pas pour des enroulements parcourus par des oscillations.

Transformons cependant, pour expérience, notre bobine de self de 3 m. en enroulement à deux couches

de même diamètre, mais de 1 m. seulement de hauteur : la disposition nouvelle conserve à la self-induction à peu près sa valeur primitive, mais nous constatons à l'épreuve d'un ondemètre que notre dispositif modifié a maintenant une période correspondant à une onde de 100 000 m. et non plus de 20 000. C'est qu'en effet les deux portions d'enroulement superposées se comportent comme les deux armatures d'un condensateur inséré entre les extrémités de la bobine, elles shuntent l'enroulement de leur capacité énorme, voisine peut-être de 0,01 de microfarad.

Nous pourrions réduire davantage les dimensions de l'appareil ; mais quelles qu'elles soient, la capacité qui résulterait de l'opposition des deux couches de l'enroulement serait toujours hors de proportion avec la valeur de la self-induction et à aucun moment ne s'établirait l'équation favorable qui résulte, dans un circuit oscillant de réception bien équilibré, *d'une forte self et d'une faible capacité.* Est-ce à dire que nous n'ayons le choix, pour la réception des grandes ondes, qu'entre l'emploi d'un cadre et l'équipement d'une antenne au moyen d'appareils d'accord encombrants? Nullement, car il existe d'ingénieux procédés de bobinage qui permettent de superposer les spires d'un enroulement et de confectionner pour la télégraphie sans fil des bobines de faibles dimensions dans lesquelles la self-induction prend une valeur maxima et d'où toute capacité parasite est exclue.

Ces enroulements spéciaux de grande efficacité et de maniement commode constituent les bobines dites à « spires chevauchantes », les galettes en « fond de panier » et les inductances « nids d'abeilles ».

I. *Enroulements à spires chevauchantes.* — L'artifice le plus simple pour réduire la self-capacité dans une bobine à plusieurs couches consiste à modi-

fier l'ordre habituel d'enroulement des spires pour les répartir alternativement dans chacune des couches que comporte la bobine. De cette façon, les différentes rangées de spires se pénètrent mutuellement et ne constituent plus des bancs entiers se recouvrant comme les armatures d'un condensateur.

Construction. — La figure 139 représente en coupe un fragment de bobine à double rang de spires; les chiffres du schéma indiquent l'ordre de bobinage des spires et marquent leur place dans l'enroulement. La marche à suivre pour confectionner une bobine de ce genre est fort simple et aucune erreur de construction n'est à craindre si l'on suit attentivement le diagramme chiffré donné par le dessin.

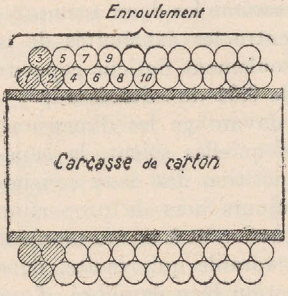


Fig. 139. — Enroulement en deux couches.

L'opération peut se résumer ainsi : l'extrémité libre du fil à bobiner étant solidement attachée au bord de la carcasse, on enroule les deux premières spires en les serrant fortement l'une contre l'autre et sur la carcasse ; passant alors le fil par-dessus le dernier tour on vient bobiner la troisième spire dans le sillon qui sépare les deux premières, cette troisième spire inaugure le second rang. Par un nouveau chevauchement on ramène le fil au premier rang où la quatrième spire est alignée le long de la seconde ; le fil remonte au second rang où la cinquième spire et la troisième sont jointives, puis il redescend encore afin que les différents tours de fil de la bobine alternent toujours dans chaque couche en se suivant.

On utilise habituellement pour la confection des inducteurs à plusieurs couches un conducteur à isolement épais ; ainsi on donnera toute préférence au fil isolé au moyen de deux couches de coton sur le fil isolé à la soie. Quant au fil-émail, il est de la plus grande importance de ne pas l'employer ici, la faible épaisseur de son isolant séparerait insuffisamment les spires de l'enroulement et le peu de self-capacité qui en résulterait diminuerait sensiblement le bénéfice du bobinage à spires chevauchantes.

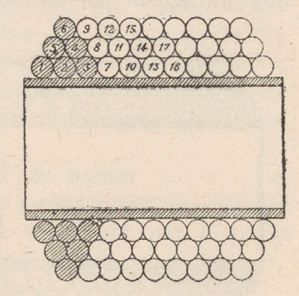


Fig. 140. — Enroulement en trois couches.

On peut adopter un diamètre de fil variant de 6/10 à 9/10 de millimètre.

La quantité de fil nécessaire pour un enroulement à deux couches est d'environ les 3/4 de celle qui entrerait dans la confection d'une bobine à une seule couche pour une même valeur de self-induction.

La figure 140 représente un fragment de bobine à trois couches ; cette disposition permet plus encore que la précédente de réduire les dimensions d'une bobine de self ; le procédé d'enroulement dont elle s'inspire ne diffère du précédent que par la répartition en trois rangs au lieu de deux des spires de l'inductance, répartition que les chiffres du schéma permettront de réaliser sans difficulté.

La quantité de fil nécessaire pour un enroulement à trois couches est les 2/3 environ de celle qu'exigerait une bobine de self à une seule couche utilisée pour le même service.

La figure 3 représente enfin le plan d'enroulement d'une bobine à quatre couches. La quantité de fil à employer n'est cette fois que la moitié de ce qu'elle serait dans une inductance équivalente à une seule rangée de spires.

Ces trois exemples serviront de guides pour la confection de toutes les bobines à spires chevauchantes ; ils montrent que tout enroulement de ce genre débute nécessairement par un banc de spires jointives comptant autant de tours que la bobine comprend de couches et que c'est sur ce banc que s'établit ensuite la pyramide de spires initiales (ombrée sur les schémas) au flanc de laquelle toutes les autres spires de l'enroulement viennent s'appuyer en gradins.

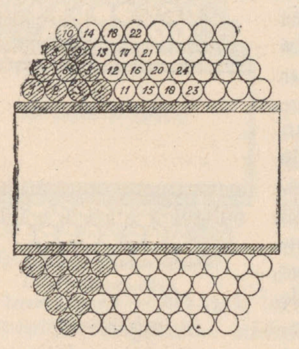


Fig. 141. — Enroulement en quatre couches.

Utilisation. — Les inductances à spires chevauchantes utilisant à valeur égale moins de fil que les bobines ordinaires et le répartissant en plusieurs couches permettent de constituer des appareils de faible encombrement capables de réaliser l'accord d'une petite antenne sur les plus grandes longueurs d'onde ; cet avantage les désigne spécialement pour l'agencement des postes portatifs simplifiés.

Si l'on a pris soin d'effectuer d'un même côté de la carcasse tous les chevauchements d'un enroulement à couches multiples, l'autre côté de la carcasse présentera une surface régulière susceptible d'être balayée par un curseur et l'utilisation progressive de l'induc-

tance sera assurée de deux en deux, de trois en trois ou de quatre en quatre spires suivant le nombre des couches de fil superposées.

Un dispositif de réglage à plots peut remplacer le curseur ; dans ce cas, les boucles de connexion destinées à relier les portions d'enroulement aux plots correspondants s'établissent exactement comme celles de la bobine secondaire d'un transformateur Tesla.

On corrige le faible désaccord qui peut résulter dans un circuit de réception, de l'impossibilité d'y introduire spire à spire une inductance à couches multiples par l'appoint d'une capacité variable montée en parallèle ou en série avec la portion d'enroulement utilisée.

II. *Galettes en « fond de panier ».* — Les galettes en « fond de panier » constituent une variété de spirales plates différant seulement par le mode de construction des spirales classiques de Mateucci ; ce ne sont pas, à bien dire, des enroulements à plusieurs couches, mais leur forme se prête aisément à un montage en série grâce auquel plusieurs galettes juxtaposées peuvent composer une inductance importante sous un faible volume.

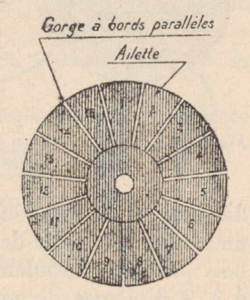


Fig. 142. — Carcasse pour enroulement « fond de panier ».

Le bobinage de ces galettes s'établit sur un disque portant un nombre impair d'ailettes de chaque côté desquelles les différents tours de fil viennent s'appuyer alternativement à la façon des brins d'osier sur l'armature d'un fond de panier.

Construction. — La figure 142 représente un disque

plat en matière isolante, bois, carton, celluloïd ou ébonite destiné à servir de support à une galette en « fond de panier ».

Cette carcasse comprend 15 ailettes déterminées par le partage du cercle en secteurs de 24° ; elles sont séparées les unes des autres par des gorges à bords *parallèles* ayant pour largeur la mesure de *l'épaisseur du disque.*

La hauteur des ailettes est habituellement les deux tiers du rayon du disque.

Celui-ci dépend évidemment de l'importance de l'enroulement à réaliser ; mais d'une manière générale, on n'a pas intérêt à employer des galettes d'un diamètre inférieur à 10 cm. ni supérieur à 30.

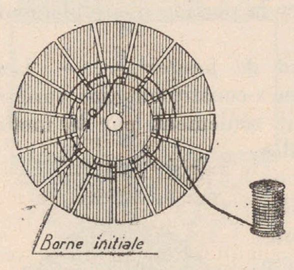


Fig. 143. — Bobinage d'un enroulement « fond de panier ».

Dans ces limites, on peut conseiller l'emploi de disques de celluloïd (débris de bac d'accumulateurs) pour les petits enroulements en fil de 10 à 15 centièmes ; de disques de carton ou d'ébonite pour les enroulements moyens en fil de 2 à 5 dixièmes et de disques de bois pour les enroulements plus importants en fil de 6 à 9 dixièmes de millimètre.

Toutes les variétés de fil isolé peuvent servir à la confection des bobines en « fond de panier » ; nous donnons cependant la préférence au fil isolé à la soie ou au coton.

La figure 143 indique la façon de procéder au bobinage d'une galette plate ; le début de l'enroulement étant fixé au centre du disque sous la borne initiale,

on fait passer successivement le fil derrière une ailette et devant l'ailette suivante en prenant la précaution de le tendre régulièrement mais modérément pour ne pas déformer le support. Après un tour complet, le fil repasse dans les mêmes gorges et s'y croise à *angle droit* ; il s'appuie, cette fois, contre chaque ailette sur la face opposée à la face qu'il effleurait au tour précédent.

Le cheminement du fil, d'ailette en ailette, est

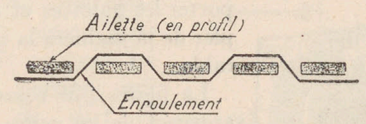


Fig. 144. — Chemin d'une spire.

schématiquement représenté par le croquis de la figure 144; le croisement à angle droit et l'opposition de deux spires consécutives de part et d'autre des ailettes sont illustrés, de même, par le dessin de la figure 145.

Il est indispensable que chaque tour de fil reste

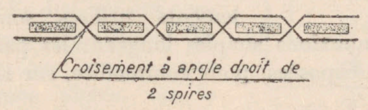


Fig. 145. — Croisement de deux spires jointives.

parallèle aux tours qui le précèdent et ne les chevauche point ; il est donc prudent de recouvrir l'enroulement terminé d'une couche de vernis à la gomme laque afin d'agglomérer toutes les spires et d'assurer la solidité du dispositif.

Si une tension irrégulière du fil au cours du bobinage déterminait un léger gondolement de la carcasse,

il y aurait lieu de soumettre la galette à une pression uniforme assez forte pour en ramener la surface à un plan régulier.

Cette précaution s'impose particulièrement lorsque plusieurs galettes doivent être juxtaposées soit pour constituer un couplage inductif, soit pour réaliser un groupement en série.

Utilisation. — L'utilisation d'inductances plates nécessite l'emploi d'un dispositif spécial destiné à porter les galettes et à les coupler de la manière la plus favorable.

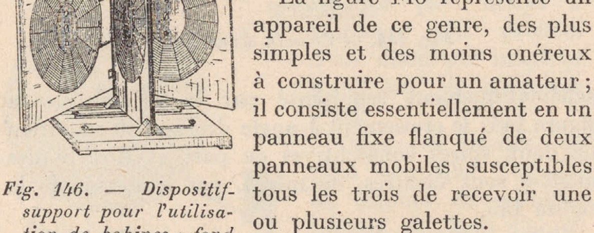


Fig. 146. — Dispositif-support pour l'utilisation de bobines « fond de panier ».

La figure 146 représente un appareil de ce genre, des plus simples et des moins onéreux à construire pour un amateur ; il consiste essentiellement en un panneau fixe flanqué de deux panneaux mobiles susceptibles tous les trois de recevoir une ou plusieurs galettes.

Les extrémités des enroulements utilisés sont reliées par des connexions souples longeant les panneaux à des bornes disposées, pour commodité, sur le socle de l'appareil.

Lorsqu'on utilise un montage ordinaire par induction, le panneau S qui est fixe reçoit la bobine secondaire et le panneau I reçoit la bobine primaire. On règle le couplage des deux enroulements en faisant jouer le panneau mobile sur ses charnières.

Le schéma de la figure 147 donne les détails d'un montage par induction réalisé au moyen de deux galettes ; les inductances n'étant pas fractionnées, un condensateur variable est monté entre leurs bornes et assure

par un apport de capacité le réglage convenable des circuits. Le condensateur primaire K peut être monté en série dans l'antenne pour la réception des ondes courtes ; sa place est alors celle qu'indiquent les traits pointillés.

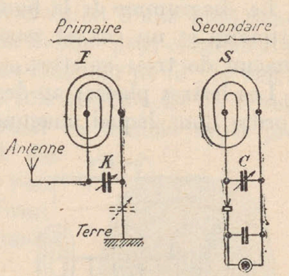


Fig. 147. — Montage par induction avec galettes simples

La figure 148 représente un montage par induction légèrement différent du type classique ; le circuit primaire est partagé ici en deux portions qui agissent de part et d'autre de l'enroulement secondaire. Dans cette disposition les deux galettes primaires sont montées *en parallèle*, il s'ensuit que la valeur de leur self-induction totale n'est que la moitié de celle de chacune d'elles ; il importe de tenir compte de ce fait pour établir des circuits convenablement équilibrés. On n'oubliera pas non plus que l'inductance placée sur le panneau II agissant sur le circuit secondaire à l'inverse de l'inductance montée sur le panneau I, doit avoir *son champ inducteur retourné*; il suffira d'ailleurs, pour réaliser un montage régulier, de suivre exactement les indications du schéma.

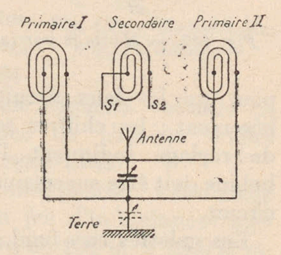


Fig. 148. — Schéma de montage inductif avec primaire dédoublé.

Au lieu de donner aux galettes en « fond de panier » des dimensions encombrantes, on peut sans désavan-

tage réduire leur diamètre et réaliser néanmoins des inductances importantes en juxtaposant plusieurs bobines reliées en série.

Le diagramme de la figure 149 montre un circuit primaire et un circuit secondaire réglables composés chacun de trois galettes.

Les lettres placées au-dessus des bobines indiquent l'ordre dans lequel chacune d'elles doit être montée

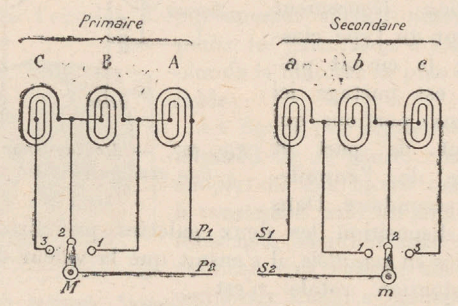


Fig. 149. — Montage par induction avec bobines multiples.

pour que les deux circuits puissent fonctionner régulièrement ; les chiffres servant de repères aux plots de réglage indiquent l'ordre dans lequel chaque bobine doit être successivement intercalée dans chaque circuit.

Les galettes en « fond de panier » ont de multiples applications en dehors de celles que nous venons d'examiner. Elles peuvent être utilisées pour la confection pratique de variomètres, d'hétérodynes et de petits transformateurs d'induction à accouplement variable pour amplificateurs.

III. ***Inductances « nids d'abeilles »***. — On donne le nom d'inductances « nids d'abeilles » à des enroulements en couronne bobinés de telle façon que

le croisement régulier des spires que comporte l'inductance donne à la surface de celle-ci l'aspect cloisonné d'un rayon de miel [1].

La figure 150 est la reproduction d'une inductance « nids d'abeilles ». Une telle bobine peut contenir sous un petit volume une grande longueur de fil ; la valeur de la self induction y est très élevée celle de la self-capacité presque nulle, aussi ce modèle est-il précieux pour l'agencement des récepteurs portatifs et pour l'accord des antennes d'amateurs sur les grandes longueurs d'onde.

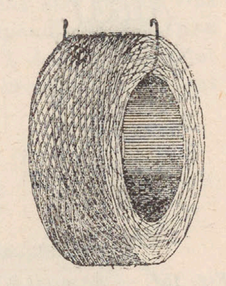


Fig. 150. — Enroulement « nids d'abeilles ».

Construction. — Les inductances « nids d'abeilles » ne sauraient être fractionnées ; si l'on désire obtenir avec elles un accord précis sur des longueurs d'onde très différentes, il est indispensable d'utiliser une série de bobines de différentes valeurs, l'appoint d'une capacité variable ne pouvant corriger l'insuffisance de chacune d'elles que dans des limites assez restreintes.

Nous indiquerons, en conséquence, l'étalonage approximatif des unités d'un jeu d'inductances permettant la réception des ondes de 100 m. à 25 000 m. de longueur.

L'épaisseur de l'enroulement et l'enchevêtrement des spires assurent suffisamment la rigidité des bobines « nids d'abeilles » pour qu'il soit inutile de les pourvoir d'une carcasse. Quelle que soit leur valeur, toutes

1. L'ingénieur américain de Forest est l'inventeur des enroulements « nids d'abeilles » aujourd'hui très répandus aux États-Unis.

ces inductances peuvent être confectionnées sur une même matrice de bobinage.

La figure 151 représente en perspective et la figure 152, de profil, un modèle de matrice à la fois simple et pratique dont nous avons fixé les caractéristiques et les dimensions après de nombreux essais compa-

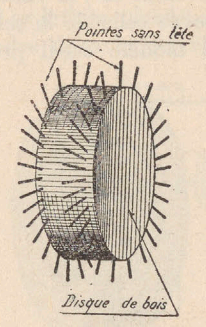


Fig. 151. — Appareil à confectionner les enroulements « nids d'abeilles ».

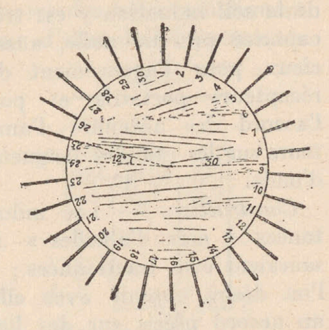


Fig. 152. — Répartition des broches sur le pourtour d'une matrice à confectionner les enroulements « nids d'abeilles ».

ratifs; nous en conseillons l'adoption à l'amateur désireux de construire lui-même ses inductances.

On prend pour l'établir un cylindre de bois mesurant 6 cm. de diamètre et 4 cm. de hauteur.

Sur la surface latérale de ce cylindre et à 3 mm. de chaque bord on trace une ligne circulaire qu'on jalonne à intervalles égaux avec trente pointes sans tête de 4 cm. environ de longueur, se faisant face une à une dans les deux rangées ainsi constituées.

L'aplomb de chaque pointe doit être perpendiculaire à l'axe du cylindre et former avec l'aplomb de la pointe précédente ou suivante un angle de 12°.

Il est facile en se servant d'un rapporteur de tracer sur les deux faces du disque des angles au centre de 12° dont les côtés marqueront exactement l'orientation des pointes.

On peut avantageusement remplacer les pointes par des tronçons de broches à tricoter ; mais il est indispensable, dans ce cas, de percer, autour du cylindre à l'aide d'un petit foret, les trous destinés à loger le pied des broches. Ces trous doivent être percés très exactement dans une direction perpendiculaire à l'axe du cylindre ; ils auront 1 cm. 1/2 de profondeur et seront de même diamètre que les broches qui doivent y pénétrer à frottement doux.

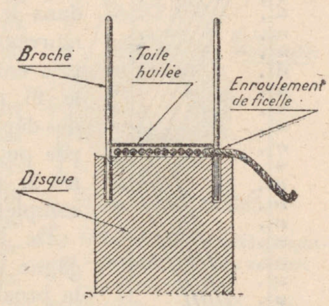


Fig. 153. — Début de l'opération du bobinage.

En regard de chaque broche et sur les deux faces du disque, on inscrit un numéro d'ordre pour servir de repère de bobinage ; les mêmes chiffres se répètent face à face, mais d'un côté ils sont affectés du signe prime (′).

La matrice étant convenablement établie, l'opération du bobinage n'est qu'un jeu et ne demande qu'un peu d'attention pour être réussie.

On tapisse, tout d'abord, la surface du cylindre comprise entre les deux rangées de broches au moyen d'un enroulement à spires jointives de ficelle très fine dont on laisse l'une des extrémités pendre sur le côté de la matrice ; puis on recouvre cet enroulement de deux ou trois tours de galon ou de toile huilée en prenant

soin de coller sur eux-mêmes les deux bouts du ruban (fig. 153).

On fixe alors, par une simple boucle, le début du fil à bobiner à la base de la broche portant le numéro 1. De là, par un cheminement en diagonale, le fil traverse l'espace compris entre les deux rangées de broches et vient passer derrière la broche n° 15′ presque diamétralement opposée à la première. Continuant sa course dans le même sens, ayant de nouveau traversé l'espace compris entre les deux couronnes, le fil revient vers son point de départ qu'il franchit d'un pas pour contourner la broche n° 2, ayant accompli un tour complet de la matrice.

De la broche n° 2 le fil gagne la broche n° 16′ ; puis la broche n° 3, avançant régulièrement d'une broche à chaque spire et toujours jusqu'à épuisement de la quantité de fil à bobiner.

En suivant les repères du canevas de bobinage que représente la figure 154, on n'éprouvera aucune difficulté pour régler convenablement le cheminement du fil autour de la matrice.

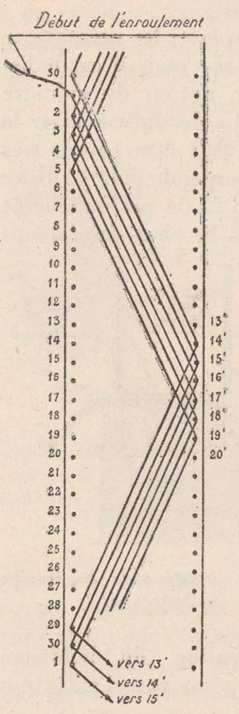


Fig. 154. — Canevas de bobinage d'un enroulement « nids d'abeilles ».

Le bobinage d'une inductance « nids d'abeilles » doit se faire à tours bien serrés ; lorsqu'il est achevé

on imbibe copieusement l'enroulement de vernis à la gomme-laque afin de coller toutes les spires entre elles et prévenir ainsi un déroulement accidentel.

Lorsqu'on présume que le vernis imprégnant l'enroulement est bien sec, on enlève l'une après l'autre toutes les broches de la matrice en opérant avec précaution et en s'aidant d'une pince.

Pour libérer alors la bobine, il suffit de tirer sur l'extrémité pendante de la petite ficelle enroulée sur le cylindre ; celle-ci se dévide entièrement et l'inductance n'adhérant plus à la matrice s'en sépare d'elle-même.

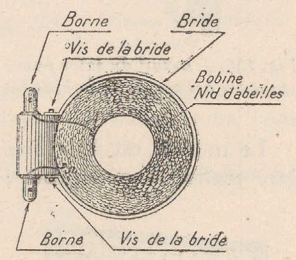


Fig. 155. — Bobine « nids d'abeilles » montée sur son collier.

On peut adopter pour confectionner différentes inductances « nids d'abeilles » un même type de fil ; nous recommandons l'emploi d'un conducteur isolé au coton (deux couches) de 5 dixièmes de millimètre de diamètre.

Voici approximativement la longueur de fil à bobiner pour réaliser des inductances utilisables sur antenne de 50 m. à deux brins pour la réception de diverses longueurs d'onde :

pour ondes de	100 à 300 m.	environ	10 m.
—	300 à 1 000 m.	—	20 m.
—	1 000 à 3 000 m.	—	50 m.
—	3 000 à 6 000 m.	—	100 m.
—	6 000 à 19 000 m.	—	250 m.
—	8 000 à 25 000 m.	—	350 m.

Bien entendu l'emploi d'un condensateur variable,

monté en série ou en parallèle avec chaque inductance, permet seul d'atteindre un accord compris entre les limites indiquées.

Utilisation. — Pour utiliser commodément les inductances « nids d'abeilles » il est nécessaire de monter chaque bobine sur un support spécial qui maintienne l'enroulement et porte les bornes d'entrée et de sortie du fil bobiné. La figure 155 montre une inductance équipée avec un dispositif de ce genre.

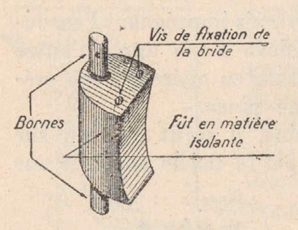


Fig. 156. — Détail du talon portant les bornes de la bobine.

Le modèle est à la fois simple et pratique, il peut être réalisé sans dépense ; il comprend seulement un collier métallique fixé par ses extrémités sur un talon en matière isolante portant deux bornes de connexion.

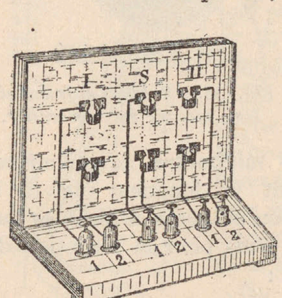


Fig. 157. — Dispositif-support pour l'utilisation des inductances « nids d'abeilles ».

Le collier, mince ruban de cuivre ou d'aluminium, entoure la bobine et l'appuie contre le talon dans une échancrure *ad hoc* visible sur le dessin de la figure 156.

Les deux bornes commandant l'entrée et la sortie de l'enroulement sont placées symétriquement sur chaque base du fût demi-cylindrique constituant le talon ; leur disposition donne un peu à celui-ci l'aspect d'un double

gond de charnière, il en remplit d'ailleurs exactement le rôle comme on le verra plus loin.

Il faut prendre la précaution d'écourter les pieds filetés des bornes avant de les visser sur le talon pour éviter qu'ils ne se rejoignent dans l'épaisseur du bois ou de l'ébonite et ne mettent ainsi l'enroulement en court-circuit. On doit veiller, pour la même raison, à ce que la bride métallique ne soit pas en contact avec les bornes.

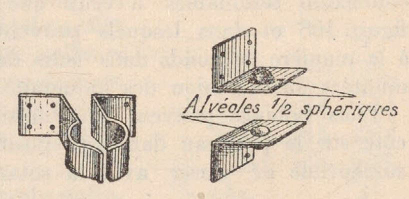
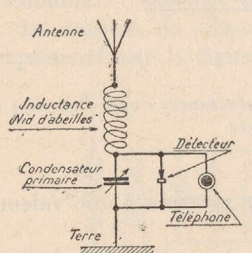


Fig. 158. — Pinces et coussinets de connexion.

Pourvue du support décrit, une inductance « nids



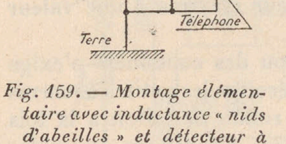


Fig. 159. — Montage élémentaire avec inductance « nids d'abeilles » et détecteur à cristaux.

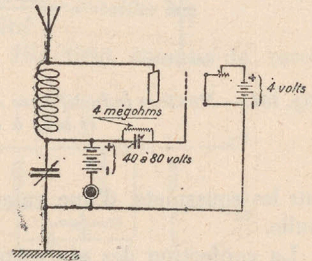


Fig. 160. — Montage élémentaire avec inductance « nids d'abeilles » et tube à vide.

d'abeilles » peut être rapidement introduite dans un circuit de réception ou y être remplacée par une autre si l'on utilise pour porter les bobines un appa-

reil de couplage approprié comme celui que représente la figure 157. Contre un panneau vertical sont disposés sur deux rangs six pinces ou coussinets de connexion semblables à ceux que représentent la figure 158 et dans lesquels peuvent être engagées, à la manière de gonds dans leurs douilles, les bornes montées sur le talon des inductances.

Trois bobines peuvent être ainsi placées côte à côte sur le panneau dans une position de couplage susceptible de varier, avec la rotation des bobines

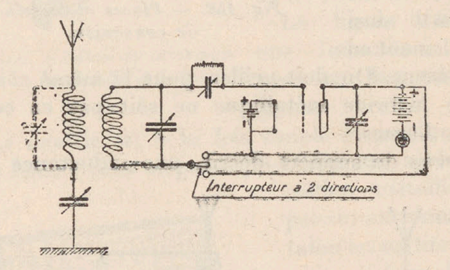


Fig. 161. — Montage inductif avec inductances « nids d'abeilles » et tube à vide.

sur les coussinets, d'une valeur maxima à une valeur nulle.

La confection des pinces ou des coussinets n'exige aucun outillage spécial ; on découpe les petites équerres qui les constituent dans un ruban de laiton à la fois flexible et résistant de 1 mm. d'épaisseur et on les façonne à l'aide d'une pince ordinaire. L'alvéole des coussinets est emboutie en frappant le métal avec un poinçon à tête arrondie ayant aussi exactement que possible la forme du sommet arrondi de la borne.

En disposant les pinces ou coussinets sur le panneau il faut tenir compte, pour régler leur écartement, de l'épaisseur des bobines qui seront utilisées ; il est en effet indispensable que celles-ci se touchent par une de leurs faces lorsqu'elles sont dans une position de couplage maximum.

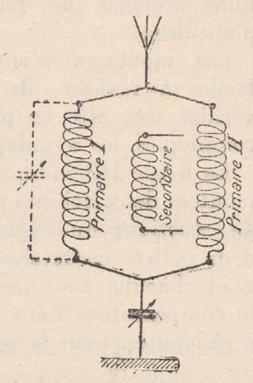


Fig. 162. — Montage inductif à primaire dédoublé avec inductances « nids d'abeilles ».

On tiendra compte, enfin, pour établir des connexions régulières, de la nécessité de retourner le champ inducteur de la troisième bobine lorsqu'on utilisera un montage d'induction à primaire dédoublé.

Le schéma du dispositif représenté par la figure 157 tient compte de cette

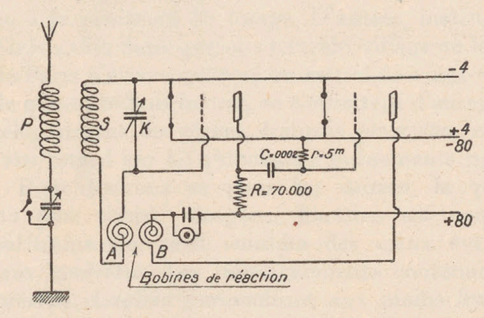


Fig. 163. — Spirales plates utilisées comme bobines de réaction.

obligation, il suffira de s'y reporter pour éviter toute erreur.

Les figures 159, 160, 161 et 162 reproduisent quelques schémas de montages avec bobines « nids d'abeilles ».

Ces montages n'ont rien de particulier; mais, faciles à réaliser, ils permettront à l'amateur de vérifier très vite et par des essais progressivement compliqués, les avantages des nouvelles inductances.

La figure 163 indique de quelle façon doivent être montées deux bobines plates utilisées comme bobines de réaction; un dispositif de ce genre formé par deux petites inductances en « fond de panier » contenant chacune une dizaine de spires peut remplacer le compensateur dans le montage de l'amplificateur à résistances pour la réception des ondes entretenues.

CHAPITRE V

PETITS RÉCEPTEURS PORTATIFS DE T. S. F.

Un grand nombre d'amateurs de T. S. F. bornent leur ambition à recevoir les signaux horaires et les télégrammes météorologiques émis chaque jour par la puissante station de la Tour Eiffel ; ce sont, pour la plupart, des horlogers et des agriculteurs que les progrès de la radiotélégraphie intéressent beaucoup moins que son application à la correction des chronomètres ou à la prévision du temps. D'autres, instituteurs ou curés exilés dans quelque lointain village où le courrier de Paris n'arrive qu'avec un retard de vingt-quatre ou de quarante-huit heures, se contentent d'enregistrer les télégrammes de presse français pour être renseignés sans retard sur les principaux événements nationaux.

Pour les uns et pour les autres, la possession du plus simple récepteur hertzien est une fortune suffisante qui peut combler des vœux évidemment très modestes. Les renseignements contenus dans le présent chapitre permettront aux moins fortunés de construire eux-mêmes et à peu de frais leur appareil de réception. Afin de tenir compte des moyens et de l'ambition de chacun, nous décrirons trois modèles de récepteur assurant également, sous une forme

pratique, la meilleure utilisation de dispositifs élémentaires, mais de plus en plus perfectionnés.

I. ***Récepteurs de T. S. F. simplifiés.*** — Il n'est pas indispensable, comme on le croit communément, d'utiliser une installation imposante et des instruments compliqués pour capter les signaux de la télégraphie sans fil : l'ingéniosité de Robinson lui eût certainement permis de trouver aujourd'hui dans les seules ressources de son île le moyen de recevoir des nouvelles de la patrie absente et de connaître dans son désert les grands événements du monde.

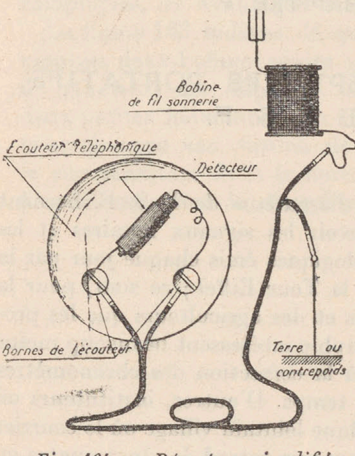


Fig. 164. — Récepteur simplifié de T. S. F.

Sans le secours d'aucun appareil spécial, nous avons pu réaliser tout récemment sur une plage bretonne une réception parfaite des signaux horaires français émis par la station du Champ de Mars.

De longs rubans d'algues marines fraîchement retirées de la mer, noués bout à bout et suspendus en guirlandes aux branches d'un rideau de pins, nous servaient de collecteur d'ondes ; l'une des extrémités de cette antenne de fortune aboutissait à une fine aiguille dont la pointe reposait légèrement sur le cuir lisse et humide d'un goémon dont toute une

nappe était répandue sur le sol et rejoignait la mer.

Nous inspirant de la célèbre expérience de Galvani sur les grenouilles décapitées, nous avions fait de la cuisse d'une rainette suppliciée un enregistreur très sensible en reliant les nerfs lombaires de l'animal au collecteur d'ondes, la patte dépouillée traînant sur la nappe de goémons.

L'eau salée qui gonflait les lianes marines les rendait suffisamment bonnes conductrices de l'électricité pour qu'un courant oscillant induit par les ondes de la télégraphie sans fil pût s'y établir ; la pointe métallique reposant sur les algues imprégnées de saumure tenait lieu de détecteur électrolytique et redressait le courant qui, dérivé vers les nerfs de la patte galvanoscopique, y révélait son passage par des tressauts rythmés suivant fidèlement la fréquence des trains d'ondes de l'émission hertzienne.

Nous avons pu régler ainsi notre montre sur le « top » conventionnel qui donne chaque jour par T. S. F. l'heure de l'Observatoire de Paris ; quelque entraînement nous aurait encore permis de lire à vue les télégrammes météorologiques et les dépêches de presse.

Ce procédé de réception tout économique qu'il soit ne saurait évidemment être conseillé qu'à titre d'expérience amusante ; d'autres dispositifs plus sûrs et d'un meilleur rendement ne sont guère plus difficiles à réaliser. Les amateurs qui recherchent avant tout un appareil peu coûteux le trouveront dans le modèle de récepteur simplifié que représente la figure 164.

L'agencement de ce récepteur est, en effet, des plus rudimentaires et son acquisition se réduit presque à l'achat d'un téléphone, seul appareil dont la construction exige, avec un outillage spécial, une main-d'œuvre exercée.

Un minuscule détecteur est monté entre les bornes d'un écouteur téléphonique respectivement reliées à un collecteur d'ondes et à une prise de terre ; une bobine portant quelques mètres de fil sonnerie est intercalée dans le circuit d'antenne pour accorder ce dernier sur la longueur des ondes à recevoir.

Petit détecteur réglable. — Rien de plus facile à construire que ce petit appareil aussi simple que pratique en se reportant au croquis de la figure 165. Un tube de verre ou de métal mesurant 3 ou 4 cm. de

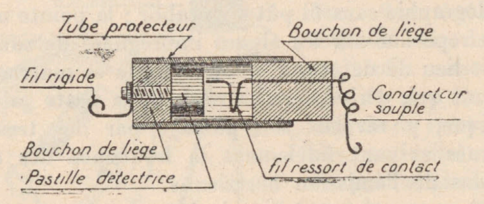


Fig. 165. — Petit détecteur réglable.

longueur et 1 cm. 1/2 de diamètre est fermé à chaque extrémité par un bouchon de liège, l'un portant une cuvette de cristaux sensibles, l'autre un mince ressort de contact.

La cuvette détectrice est du modèle à pied très répandu dans le commerce (pastille détectrice F. Duroquier) ; un fil conducteur rigide, de 2 mm. de diamètre environ, est fixé au pied de la cuvette à sa sortie du bouchon et sert à maintenir l'appareil sur l'une des bornes de l'écouteur.

Le ressort de contact est en fil de laiton non recuit à la fois souple et résistant. On donne à la partie de ce ressort logée à l'intérieur du tube la forme repliée que montre la figure 165 ; cette disposition permet une exploration rapide de la surface de la

matière détective et assure un réglage très stable, même avec une pression de contact légère.

A l'extrémité extérieure du ressort affleurant le bouchon est soudé un conducteur souple relié à la seconde borne de l'écouteur.

Le réglage du détecteur s'opère sans difficulté ; le

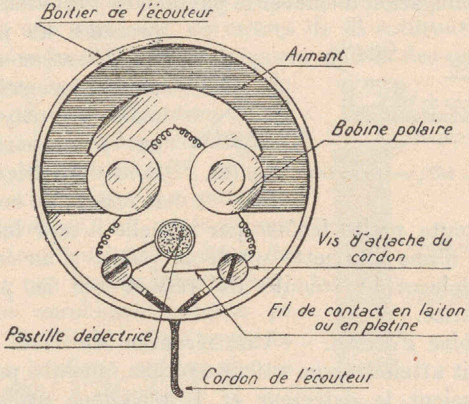


Fig. 166. — Détecteur simplifié monté à l'intérieur d'un écouteur téléphonique.

bouchon porte-ressort dépassant de 1 cm. environ le tube protecteur, il est aisé de dégager et de déplacer légèrement ce bouchon pour modifier en même temps la position et la pression de la pointe de contact sur la pastille.

Avec certains écouteurs téléphoniques dont le boîtier n'est qu'à demi occupé par l'aimant et ses bobines polaires, il est possible de réaliser un détecteur plus simple encore et de le loger dans l'écouteur même (fig. 136). On fixe dans ce cas la cuvette à cristaux sur une lamelle métallique portée par l'une des bornes

intérieures de l'écouteur (fig. 167) et le ressort de contact, fait d'un simple fil recourbé, sur l'autre borne en prenant soin de maintenir la cuvette et le ressort suffisamment éloignés de la plaque vibrante pour que leur contact avec cette dernière ne compromette pas accidentellement la sonorité du téléphone.

L'obligation d'enlever le pavillon de l'écouteur pour procéder au réglage du détecteur est ici un réel inconvénient, mais on peut y parer en ménageant au fond du boîtier, sous le ressort de contact, une toute petite fenêtre par laquelle il sera facile, à l'aide d'une allumette ou de la pointe d'un crayon, de déplacer l'extrémité du ressort sur la pastille détectrice.

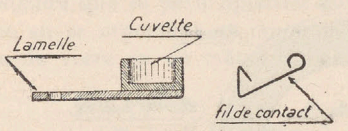


Fig. 167. — Détecteur simplifié.

Bobine d'accord. — Une réception de T. S. F. ne saurait atteindre une valeur maxima, quelque parfaits que soient le détecteur et le téléphone utilisés, si le collecteur d'ondes auquel ces appareils sont reliés n'a pas une importance égale à celle de l'antenne d'émission ou n'est pas tout au moins *accordé* pour vibrer, à l'unisson de cette dernière. En conséquence prévoyant le cas très fréquent où le collecteur de l'amateur aura une longueur d'onde propre inférieure à celle de l'antenne du poste émetteur, nous avons fait figurer sur notre premier dessin un enroulement de fil isolé destiné à augmenter la longueur d'onde de ce collecteur. Cet enroulement est simplement constitué par quelques mètres de fil sonnerie bobiné sur un petit cylindre de bois ou de carton ; il joue ici le rôle que jouent les inductances réglables utilisées dans les installations classiques où la valeur de la self-

induction des circuits doit pouvoir être modifiée à volonté pour permettre des réceptions sur diverses longueurs d'onde.

La quantité de fil roulé à employer dépendra donc de l'écart existant entre la longueur d'onde de l'antenne de l'amateur et celle des signaux à capter ; pour un collecteur en gril de trois ou quatre fils de 40 m., une trentaine de mètres de fil suffiront pour atteindre les 2 600 m. de longueur d'onde des signaux horaires ; une quarantaine, les 3 200 m. des télégrammes de presse. Il y aura avantage à régler cette quantité de fil aussi exactement que possible, en dévidant, au cours d'une réception, quelques mètres de fil sur une bobine intentionnellement surchargée jusqu'à ce que l'intensité des signaux perçus atteigne un maximum impossible à dépasser.

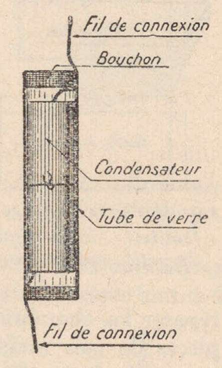


Fig. 168.
Petit condensateur fixe.

Condensateur auxiliaire. — Un petit condensateur fixe que représente la figure 168 et non prévu dans le montage décrit pourra être utilisé soit en shunt aux bornes du téléphone pour améliorer la sonorité des signaux, soit aux bornes de la bobine d'accord dont il augmentera la valeur corrective dans le cas où la quantité de fil bobiné serait insuffisante pour parfaire l'accord du collecteur d'ondes.

Intercalé dans une antenne trop grande, une ligne téléphonique importante par exemple, ce condensateur est susceptible d'en corriger efficacement la longueur d'onde et de la ramener à

une valeur plus voisine de celle des signaux à recevoir.

Deux feuilles de clinquant ou de papier d'étain mesurant 8 cm. de longueur sur 3 cm. de largeur constituent les deux armatures de l'appareil ; deux feuilles de sparadrap ou de papier écolier mince légèrement mais uniformément enduites d'une dissolution de caoutchouc dans la benzine (dissolution pour

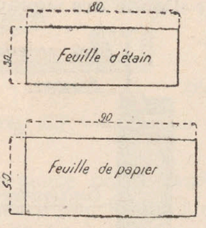


Fig. 169. — Armatures et feuillets diélectriques du petit condensateur.

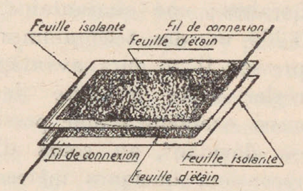


Fig. 170. — Disposition des armatures et des feuillets isolants.

réparer les chambres à air de bicyclette ou coller des pièces de cuir invisibles) et mesurant 9 cm. de longueur sur 4 cm. de largeur servent à isoler ces armatures entre elles (fig. 169).

La figure 170 indique avec les figures 171 et 172 les différentes phases de la confection du petit condensateur auxiliaire. Les deux feuilles métalliques séparées par les feuilles isolantes sont placées exactement l'une au-dessus de l'autre ; l'extrémité gauche d'une armature, l'extrémité droite de l'autre armature sont légèrement repliées sur une portion dénudée d'un conducteur souple destiné à servir de fil de connexion. Un repassage au fer chaud fait adhérer les armatures et les feuilles diélectriques ; le tout est ensuite soigneusement roulé en un toron régulier et serré qu'on

enferme après l'avoir ligaturé dans un petit tube protecteur en verre ou en ébonite, voire même dans un étui de bois, fermé par deux bouchons de liège ou de cire que traverse seule à chaque bout l'extrémité libre d'un fil de connexion.

II. ***Boîte de réception réglable.*** — L'utilisation des éléments que nous venons de décrire ne peut aboutir, quelle que soit l'habileté dépensée pour établir un montage avantageux, qu'à la réalisation d'un récepteur rudimentaire rivé à une seule antenne et à une seule émission. C'est vraiment peu et la grande majorité des amateurs tiennent avec raison à posséder un appareil plus souple, pratiquement utilisable sur des collecteurs d'ondes différents ; un récepteur aussi peu encombrant que l'appareil photographique qu'ils emportent à la campagne, à la montagne, ou à la mer et cependant capable d'assurer une bonne réception des radiotélégrammes de la Tour Eiffel et à l'occasion ceux d'un poste côtier ou de quelques stations de bord.

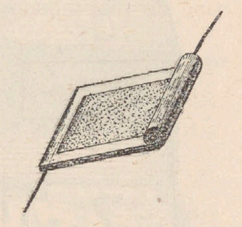


Fig. 171. — Enroulement du condensateur.

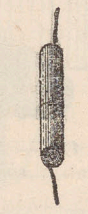


Fig. 172. — Armatures et feuillets roulés.

La boîte de réception réglable que représente la figure 173 répond aux conditions précédentes. Elle comprend un dispositif d'accord permettant une réception suffisamment syntonisée des ondes amorties jusqu'à 4 000 m. de longueur, un détecteur à cristaux et un écouteur téléphonique shunté par un petit condensateur fixe, le tout groupé suivant le schéma de la figure 174.

La construction des différents organes de ce récepteur est en partie connue puisque le détecteur et le condensateur utilisés peuvent être ceux du récepteur simplifié déjà décrits ; seul l'établissement du dispositif de réglage appelle quelques explications.

Dispositif de réglage. — Le dispositif de réglage est constitué par un jeu de petites bobines de self de valeur égale, susceptibles d'être insérées les unes à la suite des autres dans le circuit détecteur à accorder. Une des bobines est fractionnée en dixièmes qu'une manette spéciale permet d'ajouter successivement à chaque bobine entière pour obtenir une utilisation progressive de l'échelle d'inductance formée par l'ensemble des enroulements.

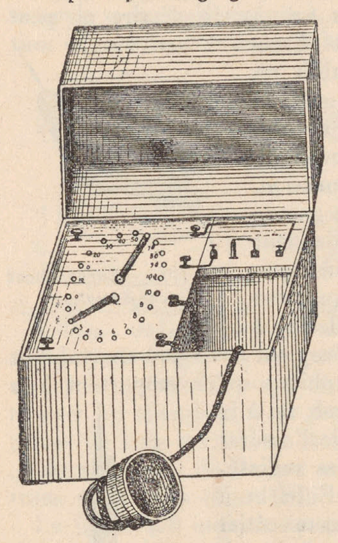


Fig. 173. — Boîte de réception simplifiée.

Des bâtonnets de bois sec ou des tubes de carton mesurant 25 mm. de diamètre et 11 cm. de longueur servent de carcasses aux 11 bobines prévues pour un appareil de moyenne importance.

Chaque carcasse est recouverte d'un enroulement en fil de cuivre de 5/10 isolé à la soie ou au coton. Pour éviter un déroulement accidentel la première

et la dernière spire de chaque bobine sont retenues par une petite pointe d'arrêt.

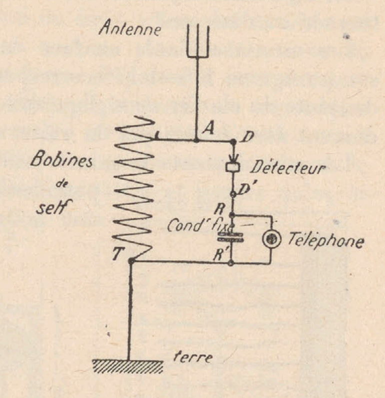


Fig. 174. — Schéma de montage de la boîte de réception.

Il n'est pas nécessaire de sectionner le fil après chaque enroulement ; les différentes bobines étant montées en série, il est préférable de les confectionner toutes avec un conducteur continu en ménageant seulement entre deux bobines consécutives une boucle de connexion de 9 ou 10 cm. de longueur destinée à être reliée plus tard à un des plots du clavier de réglage.

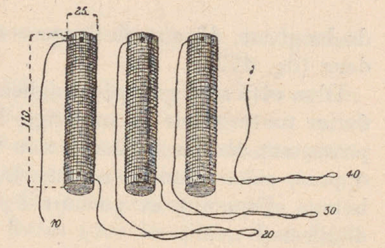


Fig. 175. — Liaison des bobines entre elles.

Il est très important de confectionner semblablement tous les enroulements en commençant par le haut des carcasses, de poursuivre le bobinage toujours dans le même sens et de relier les diverses unités comme le montre la figure 175, c'est-à-dire en passant de la dernière spire d'une bobine à la première spire de la bobine suivante.

La figure 176 représente la bobine d'appoint fractionnée en dixièmes.

Les numéros placés en face de chaque connexion sur les figures 175 et 176 correspondent aux numéros des plots du clavier de réglage auxquels ces connexions doivent être reliées par la suite.

Les enroulements terminés sont rangés côte à côte pareillement orientés dans une boîte mesurant 13 cm. de longueur, 13 cm. de largeur et 8 cm. de profondeur (fig. 177).

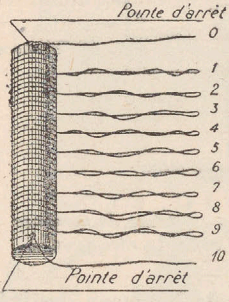


Fig. 176.
Bobine fractionnée.

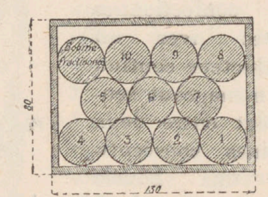


Fig. 177. — Disposition des bobines dans la boîte de réception.

D'un côté sont groupés, soigneusement repérés pour éviter toute erreur de montage, les fils de connexion provenant des enroulements non fractionnés ; du côté opposé, ceux aboutissant aux fractionnements de la bobine d'appoint et portant également un numéro d'ordre.

Les bobines sont ensuite arrosées de paraffine fondue, opération qui a pour résultat de noyer les enroulements dans un bloc compact garantissant à la fois le bon isolement et la solidité du dispositif.

Le double clavier de plots destiné à permettre l'utilisation progressive des bobines se pose sur le couvercle

même du coffret renfermant les inductances. Ce couvercle est de bois verni ou ciré — l'emploi de fibre est absolument à rejeter — une planchette carrée de 13 cm. de côté et de 1 cm. d'épaisseur convient parfaitement pour cet objet. Il convient de reproduire sur la planchette le croquis de la figure 178 en tenant compte des cotes indiquées et de ne procéder à la mise en place des plots, manettes et bornes qu'après

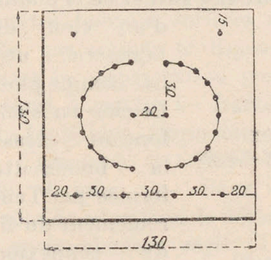


Fig. 178. — Tracé de la tablette de réglage.

Fig. 179. — Montage de la tablette de réglage.

s'être assuré qu'aucune erreur de mesure ou de tracé n'a été commise.

Cette vérification faite, on perce dans le couvercle au moyen d'une petite vrille ou d'un foret, un canal de 2 mm. de diamètre à l'endroit où chaque point de repère marque l'emplacement d'un plot. Ces canaux serviront au passage des connexions amenées sur le couvercle pour être fixées sous les plots. Les différentes bornes sont alors montées et sont reliées entre elles par un conducteur rigide courant sous la planchette et représenté sur le croquis de la figure 179 par un trait gras.

Le petit condensateur fixe destiné à être branché aux bornes du téléphone peut être relié à ces dernières

par deux connexions souples attachées sous la planchette et enfermé dans la boîte avec les bobines.

Lorsque la mise en place des bornes est achevée, on procède au passage de toutes les connexions reliées aux enroulements dans leur canal respectif et on visse le couvercle sur le coffret.

Chaque extrémité de conducteur émergeant du couvercle est soigneusement dénudée, réduite à deux centimètres de longueur et enroulée autour de la pointe d'un clou de tapisserie, utilisé comme plot. Le clou en s'enfonçant écrase la boudinette formée par l'enroulement du fil de connexion autour de son pied et reste en bon contact électrique avec lui; au besoin, un point de soudure, une boulette de papier d'étain garnissant la calotte du plot assurent mieux encore ce contact.

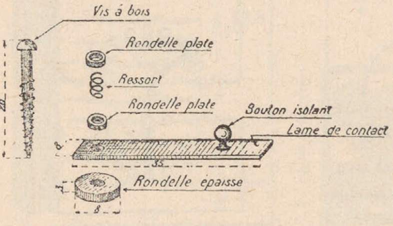


Fig. 180. — Détail d'une manette.

Il ne reste plus qu'à placer au centre de chaque éventail de plots deux manettes de commande reliées électriquement l'une à l'autre.

On confectionne simplement chacune d'elles avec une languette de cuivre de 1 ou 2 mm. d'épaisseur, de 35 mm. de longueur et de 8 mm. de largeur (fig. 180). L'une des extrémités de la languette porte un bouton de manœuvre en matière isolante, os, bois ou ébonite ; l'autre extrémité est percée d'une lunette destinée au passage d'une vis à bois servant d'axe de rotation et maintenant en même temps la manette.

La vis à bois presse sur la lame de contact par

l'intermédiaire d'un petit ressort à boudin pris entre deux rondelles plates et règle ainsi le jeu de la manette en la serrant plus ou moins sur sa base faite d'un disque moins haut que les plots.

Le diagramme de la figure 181 montre clairement l'ordre dans lequel les différentes portions d'enroulement doivent être reliées aux deux claviers de réglage. Pour faciliter la lecture de ce schéma nous n'y avons fait figurer que quatre bobines entières au lieu de dix que compte le dispositif décrit ; pour la même raison nous y avons réduit à quatre les fractionnements de la bobine d'appoint.

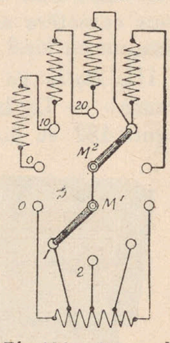


Fig. 181.— Raccords et connexions des bobines aux plots de réglage.

Utilisation et réglage de la boîte de réception. — Pour utiliser la boîte de réception, le détecteur étant convenablement réglé, il suffit de relier la borne marquée A à l'antenne et la borne marquée T à la terre et d'accorder le circuit de réception sur la longueur d'onde des signaux à recevoir en intercalant dans ce circuit une portion plus ou moins grande de l'inductance bobinée.

Ce réglage s'opère rapidement lorsque la pratique de l'appareil a fourni quelques points de repère. L'amateur débutant ne tâtonnera pas longtemps ; ayant mis les deux manettes de réglage sur le plot initial de chaque clavier, il déplacera d'abord celle qui commande les bobines entières, en lui faisant parcourir la série de plots marqués d'un chiffre de dizaine ; cette manœuvre lui permettra de trouver une position de la manette pour laquelle les signaux entendus sont le plus fort, il ne lui restera plus qu'à

améliorer ce résultat en portant la manette correspondant à la bobine fractionnée sur l'un des plots marqués 1, 2, 3, 4, 5, etc.

Autant qu'on le peut, il est bon de loger le dispositif d'accord, le détecteur et le téléphone dans un petit coffret de dimensions strictement suffisantes ; on réalise ainsi un appareil aisément transportable et sans caractère apparent pouvant révéler sa destination.

III. *Boîte de réception par induction (montage Oudin).* — La boîte de réception que représente la figure 182 et dont la figure 183 donne le schéma de montage possède sur le modèle précédent l'avantage d'un pouvoir sélectif beaucoup plus prononcé. Dans ce nouvel appareil, en effet, le circuit antenne-terre et le circuit détecteur sont en partie indépendants, leur réglage s'effectuant séparément.

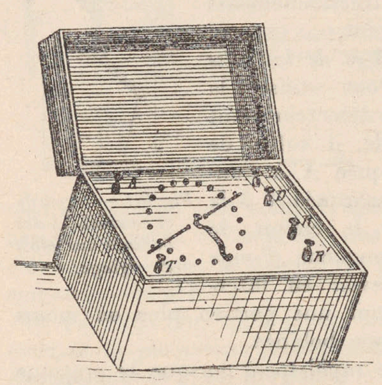


Fig. 182. — Boîte de réception par induction.

La disposition adoptée pour le montage des manettes et des plots de réglage permet d'utiliser le même clavier pour accorder les deux circuits, ce qui simplifie considérablement l'agencement du récepteur dont les dimensions peuvent être réduites à 15 cm. en longueur, 12 en largeur et autant en hauteur pour un appareil de moyenne importance.

Comme pour la petite boîte de réception, le dispositif d'accord et de réglage du nouveau récepteur est le seul élément qui ait besoin d'être décrit.

Dispositif d'accord et de réglage. — Le dispositif d'accord et de réglage à réaliser est constitué comme celui de l'appareil précédent, d'une série d'enroulements égaux, juxtaposables et d'un enroulement d'appoint fractionné.

Un cadre formé par une caisse sans fond mesurant

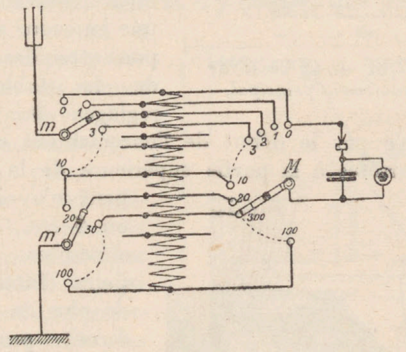


Fig. 183. — Schéma de la boîte d'induction.

14 cm. de longueur, 11 cm. de largeur et 11 cm. de profondeur est utilisé comme support des inductances entières (fig. 184).

Du fil de cuivre de 5 ou 6 dixièmes de millimètre de diamètre, isolé à la soie ou au coton, est bobiné à tours jointifs sur cette carcasse ; une boucle de connexion est ménagée après chaque quinzième ou vingtième tour environ, en attente d'un raccord au clavier de plots d'une tablette de réglage.

Si l'on a pris soin de percer sur un côté du cadre, en bordure d'une arête, onze œillets doubles équidis-

tants destinés à fixer par un double passage à travers la planchette chaque boucle de connexion, l'enroulement s'opère rapidement et ne risque pas de glisser sur son support.

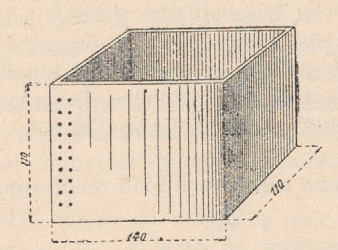


Fig. 184. — Carcasse de l'enroulement principal.

Les connexions qui commandent chaque division de l'enroulement doivent avoir une longueur suffisante pour atteindre les plots de la tablette de réglage ; la première constituée par le début de l'enroulement et qui se trouve arrêtée à la partie supérieure de la carcasse peut n'avoir que 5 ou 6 cm., mais les suivantes dont le point d'attache est de plus en plus bas seront progressivement plus longues pour atteindre environ 17 ou 18 cm. avec la dernière à la fin du fil bobiné.

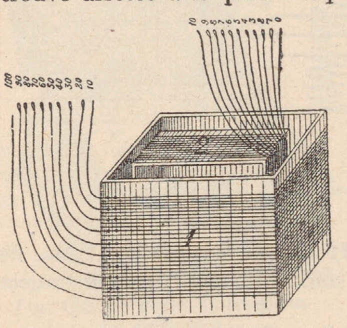


Fig. 185. — Disposition non inductive de deux enroulements.

A l'intérieur de ce cadre se place une seconde carcasse mesurant 10 cm. de longueur, 6 cm. de largeur et 6 cm. de hauteur sur laquelle on bobine en la fractionnant en dixièmes une longueur de fil égale à celle d'une des divisions de l'enroulement principal.

Toutes les connexions de cette nouvelle bobine ont

une longueur uniforme de 5 ou 6 cm., la position de la carcasse les plaçant toutes de niveau.

Afin que l'enroulement intérieur et l'enroulement extérieur ne puissent réagir l'un sur l'autre, il faut prendre soin de les disposer de telle façon que le plan des spires de l'un soit perpendiculaire au plan des spires de l'autre ainsi que le montre le dessin de la figure 185.

Au besoin, d'autres dimensions données à la carcasse n° 2 permettraient d'y bobiner une plus grande quantité de fil. Il serait encore possible, dans les mêmes conditions favorables d'orientation des spires, de placer un troisième enroulement à l'intérieur du second pour réaliser un dispositif à effet plus étendu, permettant d'atteindre des réglages sur longueurs d'onde doubles de celles dont nous prétendons nous contenter ici et sans qu'il en résulte aucune augmentation des dimensions extérieures de l'appareil ; par contre, le nombre des plots du clavier de réglage devrait être augmenté.

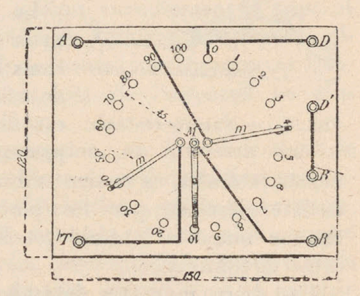


Fig. 186. — Tablette de réglage de la boîte de réception par induction.

Les enroulements doivent être protégés par une couche de vernis à la gomme laque ; il est, de plus, indispensable de les immobiliser soit en les calant avec de petits tasseaux de liège, soit en les arrosant copieusement de paraffine fondue.

Tablette de réglage. — Le croquis de la figure 186 montre la disposition et l'agencement de la tablette

portant les trois manettes et le jeu de plots destinés au réglage des circuits oscillants.

Les plots sont disposés, au nombre de 20, sur une circonférence de 45 mm. de rayon ; le chiffre qui figure en regard de chacun d'eux rappelle le numéro de la connexion qui doit être rattachée à ce plot. La disposition des bornes sur la tablette est exactement la même que celle des bornes du récepteur précédent ; leurs connexions sont représentées sur la figure 186 par des traits gras.

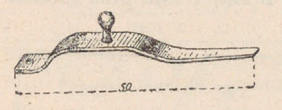


Fig. 187. — Manette centrale.

La manette centrale doit avoir la forme et les dimensions indiquées par le dessin de la figure 187 ; cette manette est arquée afin de pouvoir passer par-dessus les 2 manettes latérales, sa course embrassant la circonférence entière dessinée par les plots alors que celle de chaque manette latérale est limitée à la moitié de cette circonférence.

Les deux manettes latérales sont copiées sur le modèle de celle du petit poste déjà décrit, mais elles ont une longueur de 65 mm.; leur axe est fixé à 1 cm. à droite et à gauche de celui de la manette centrale.

La tablette de réglage est vissée sur le cadre extérieur (bobine n° 1, fig. 185) qu'elle déborde légèrement tout autour. Le dispositif terminé est logé dans un coffret de dimensions appropriées; le détecteur, le téléphone et le condensateur se placent en dernier lieu.

Utilisation et réglage. — Il est facile de comprendre le fonctionnement de la boîte de réception par induction en se reportant au schéma de montage de l'appareil représenté par la figure 183.

L'antenne et la terre sont respectivement reliées aux bornes A et T aboutissant aux manettes latérales ;

le réglage du circuit antenne-terre dépend donc uniquement de la position de ces manettes sur le clavier de plots. La manette m' permet d'intercaler dans le circuit oscillant une ou plusieurs divisions de l'enroulement principal, la manette m permet d'y ajouter, en outre, une ou plusieurs fractions de l'enroulement d'appoint.

La manette centrale M sert à l'accord du circuit de résonance comprenant le détecteur et le téléphone ; cet accord n'exigeant pas la même précision que celui du circuit d'antenne, aucun enroulement d'appoint n'est utilisé pour y corriger l'écart de réglage résultant de l'insertion d'inductances insuffisamment fractionnées ; le bon rendement de l'appareil ne s'en trouve nullement affecté.

Pour assurer une réception, on introduit dans le circuit détecteur une valeur de self-induction proportionnée à la longueur d'onde des signaux à percevoir, en plaçant la manette centrale sur un plot marqué d'un chiffre d'autant plus élevé que la longueur d'onde utilisée par l'émission est plus grande. Puis on accorde le circuit antenne-terre en plaçant la manette m' sur un plot voisin de celui occupé par la manette centrale, on améliore ensuite l'accord par le jeu de la manette m. Après cela, on vérifie si la position de la manette centrale est bien celle qui assure le maximum d'intensité à la réception afin de corriger cette position s'il y a lieu.

Pour relâcher légèrement le couplage entre le circuit d'antenne et le circuit du détecteur, il suffit d'avancer la manette m' d'un plot et la manette m de quelques plots ; ce réglage complémentaire est nécessairement très limité, mais il est susceptible d'améliorer parfois une réception troublée par une émission parasite ayant une longueur d'onde voisine de l'émission écoutée.

CHAPITRE VI

RÉCEPTION DES ONDES ENTRETENUES

Lors de la réception d'une émission radiotélégraphique par étincelles, chaque train d'ondes amorties produit, après redressement par le détecteur, une déformation de la plaque du téléphone ; celle-ci revient à sa position initiale pendant le moment de repos qui sépare deux étincelles et ce mouvement répété produit le son révélateur dont la tonalité dépend de la fréquence des étincelles.

Lors de la réception d'*ondes entretenues*, la plaque du téléphone reste déformée pendant toute la durée d'un signal puisqu'il n'y a point d'arrêt dans l'émission et l'écouteur ne vibrant pas reste silencieux. A peine perçoit-on le léger claquement qui accompagne la déformation de la plaque téléphonique au commencement et à la fin de chaque signal émis dans le voisinage immédiat d'une puissante transmission.

La réception des ondes entretenues implique donc la nécessité de provoquer *mécaniquement* ou *électriquement* dans le train unique d'oscillations constantes auquel ces ondes donnent naissance, des interruptions ou des variations périodiques de fréquence sonore.

Le procédé le plus simple, mais non pas le meilleur, pour obtenir ce résultat consiste à intercaler

dans le circuit de réception un petit vibrateur automatique, communément appelé tikker, ayant pour but de découper en tranches le train d'ondes entretenues dont les tronçons séparés agissent ensuite à la façon des trains amortis d'une transmission par étincelles.

Une autre méthode de réception beaucoup plus favorable et presque exclusivement employée, consiste à superposer aux oscillations recueillies par l'antenne des oscillations auxiliaires locales dont la fréquence convenablement réglée interfère avec la fréquence des ondes étrangères, tantôt s'ajoutant tantôt se contrariant, pour déterminer dans le train de celles-ci un mouvement parasite de basse fréquence susceptible d'être perçu dans un écouteur téléphonique. Cette méthode utilise la propriété que possèdent les *lampes spéciales* ou *tubes* à vide de créer des oscillations entretenues avec un dispositif qui a reçu le nom d'hétérodyne.

1° CONSTRUCTION DE TIKKERS

Nous sommes peu partisan de l'emploi du tikker pour la réception des ondes entretenues ; nous en décrirons cependant deux modèles à l'intention des amateurs qui auraient quelque difficulté à se procurer une lampe à trois électrodes pour la réalisation d'un hétérodyne.

a) *Tikker électrique.* — L'appareil que représente schématiquement la figure 188 est constitué par un petit électro-aimant droit parcouru par un courant de quelques volts (pile de lampe de poche) régulièrement interrompu par le jeu d'un vibrateur automatique semblable au trembleur des sonneries élec-

triques. Le courant intermittent qui traverse ainsi l'électro y détermine des variations magnétiques dont l'influence agit sur un second trembleur identique au premier, mais indépendant du circuit et le fait vibrer à la même cadence.

Le socle du tikker est de bois ou d'ébonite, il mesure 90 mm. de longueur, 60 mm. de largeur et 20 mm. d'épaisseur. En son milieu est fixée par deux petites équerres en métal, faciles à confectionner en pliant à angle droit deux fragments de ruban de cuivre ou de fer, une bobine de carton ou de bois longue de 45 mm. avec des joues larges de 25 et épaisses de 2 ou 3 mm. L'axe de cette bobine est occupé par un noyau de fer doux en deux tronçons égaux de 25 mm. de longueur et de 5 mm. de diamètre (grosse pointe de charpentier) ; cette disposition permet de rapprocher ou d'éloigner séparément chaque tronçon de la lame vibrante qui lui fait face pour obtenir un réglage convenable des trembleurs. Les tronçons de fer doux entrent cependant à frottement dur dans l'âme de la bobine et leur position y est stable en dépit des petites trépidations de l'appareil.

Une pastille de papier ou de caoutchouc mince collée sur la face extérieure des noyaux évite le collage des lames vibrantes sur ces noyaux par effet de magnétisme rémanent.

Le fourreau de la bobine qui sert de gaine au noyau a sa paroi aussi mince que possible, 1 mm. à peine, de sorte que l'enroulement est très proche du noyau.

A défaut de bobine d'une seule pièce, on peut ajuster deux rondelles de carton dur aux extrémités d'une petite douille métallique (embouchure de porte-plume, fragment de tringle de brise-bise) pour obtenir une carcasse d'électro-aimant très convenable.

Le fil enroulé sur la bobine est du fil de cuivre

isolé à la soie et de 35 centièmes de millimètre de diamètre; il y en a environ 20 m. bobinés à tours jointifs en 5 ou 6 couches.

Le début de l'enroulement est relié en L (fig. 188) à la lame vibrante de l'interrupteur de droite ; la fin de l'enroulement, à la borne marquée du signe —.

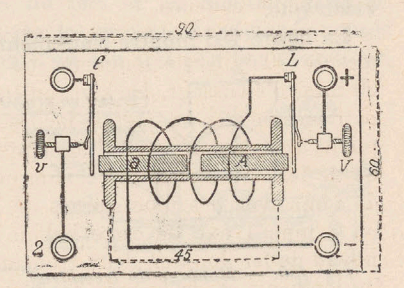


Fig. 188. — Tikker électrique.

La lame vibrante des interrupteurs est en tôle mince, découpée dans une vieille plaque de téléphone ; il importe qu'elle ne soit pas faite d'un ressort d'acier. Elle mesure 27 mm. de longueur et 6 mm. de largeur ; elle porte au tiers de sa longueur un contact en argent fixé sur un petit ergot flexible destiné à assurer une bonne liaison électrique sur le contact de la vis de butée représentée en V et en *v*.

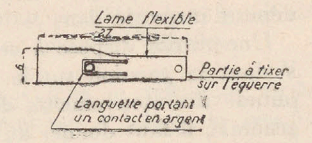


Fig. 189. — Lame vibrante.

Il est possible de supprimer cet ergot soudé en fixant le contact en argent à l'extrémité d'une languette découpée avec un petit burin d'horloger sur la lame vibrante elle-même (fig. 189). Cette languette aura environ 7 mm. de longueur et 2 mm. de largeur, elle pourra être simplement dorée.

Une petite équerre ou une colonnette sert de support à chaque lame (fig. 190) ; la vis de butée est également portée par un dispositif du même genre ; cette

vis reçoit comme la lame un contact platiné. Les amateurs trouveront d'ailleurs dans les débris de deux ou trois vieilles sonneries à trembleur tous les éléments nécessaires à la construction d'un tikker électrique.

La figure 188 montre clairement les connexions des différents organes du tikker. La source électromotrice de 3 ou 4 volts débite entre les bornes marquées des signes + et — ; quant aux bornes désignées par les chiffres 1 et 2, ce sont celles qu'on intercale selon les schémas qui vont suivre dans le circuit de réception des ondes entretenues.

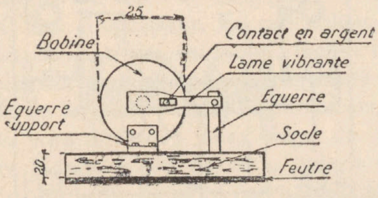


Fig. 190. — Montage du trembleur.

Réglage et utilisation du tikker électrique. — Le premier soin de l'opérateur utilisant le tikker électrique doit être de régler convenablement le vibreur intercalé dans le circuit moteur.

L'opérateur dispose à cet effet de la vis de butée V dont la pression sur la lame vibrante règle l'amplitude des mouvements de cette dernière. En règle générale, il faut donner aux vibrations de cette lame une *amplitude aussi grande que possible* (ce qui se traduit par une *tonalité* un peu plus grave du son produit par les vibrations) tout en conservant aux vibrations de la lame une *régularité* parfaite (ce qu'on reconnaît à la *pureté* du son).

L'écartement favorable de la lame mobile et du noyau de l'électro-aimant est rarement inférieur à un millimètre et supérieur à deux ; il sera prudent de le régler dans ces limites.

Un procédé pratique pour assurer rapidement le bon réglage du second trembleur consiste à mettre provisoirement en série entre les bornes de ce dernier, par conséquent à brancher entre les bornes 1 et 2 un élément de pile et un écouteur téléphonique et à assurer par les moyens de réglage énoncés plus haut l'émission d'un son très pur par l'écouteur.

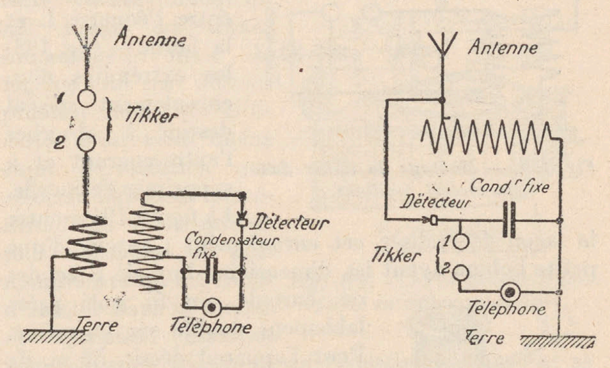


Fig. 191. — Montage du tikker dans le circuit antenne-terre.

Fig. 192. — Montage du tikker dans le circuit du téléphone.

Ce résultat obtenu, on enlève le téléphone et la pile pour insérer le trembleur *v* dans le circuit oscillant en s'inspirant des schémas représentés par les figures 191, 192 et 193.

On règle ensuite l'interrupteur-moteur de telle sorte que le mouvement des deux vibreurs conserve un synchronisme parfait; on corrige enfin ce réglage sur une émission régulière.

Il est bon de placer sous le socle du tikker un morceau de feutre épais pour amortir le bruit des vibrations des trembleurs ; quelques opérateurs placent

même l'appareil dans un coffret capitonné ou le suspendent sur de petites lanières en caoutchouc.

Pour éviter également l'effet perturbateur des étincelles de rupture, on *shunte* parfois l'enroulement de l'électro en branchant entre l'équerre L et la borne — (fig. 188) les extrémités d'un enroulement spécial destiné à absorber l'extra-courant et à supprimer l'étincelle.

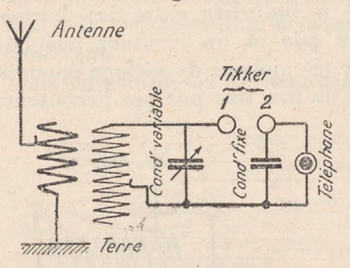


Fig. 193. — Montage du tikker dans un circuit oscillant.

La figure 194 montre la façon de réaliser cet enroulement : autour d'une petite bobine ayant les dimensions d'un dé à coudre on enroule un fil isolé préalablement doublé sur lui-même. Pour l'appareil décrit, 30 m. de fil de ferro-nickel isolé à la soie et mesurant un dixième de millimètre de diamètre constitueraient un enroulement bifilaire suffisant. Ce sont les extrémités du fil x et y qu'on relie respectivement l'une à la borne L, l'autre à la borne marquée du signe négatif.

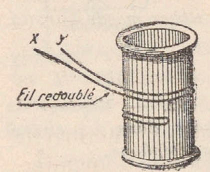


Fig. 194. — Bobine-shunt ou enroulement non inductif.

Comme on a pu le constater, le réglage du tikker électrique est une opération délicate et compliquée ; ce réglage même n'est jamais définitivement résolu et son instabilité enlève toute sécurité à la réception qu'on réalise avec cet appareil. De plus le bruit uniforme et grêle par lequel il révèle toutes les émissions indistinctement ne permet pas de reconnaître

immédiatement celles-ci à la tonalité particulière des signaux perçus.

Le tikker électrique est un instrument facilement réalisable, mais très imparfait.

b) *Tikker mécanique.* — L'inconvénient d'une tonalité uniforme affectant toutes les réceptions subsiste bien encore lorsqu'on fait usage du tikker mécanique ; mais le réglage de ce dernier présente moins de difficulté, il est aussi moins sujet à variation que celui de l'appareil précédent. Les interruptions plus régulières et plus nombreuses qu'il permet d'obtenir dans le circuit de réception assurent une meilleure utilisation de l'énergie oscillante et sa traduction par une note plus musicale.

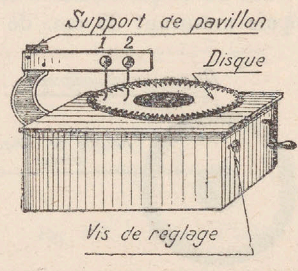


Fig. 195. — Phonographe transformé en tikker mécanique.

La figure 195 représente un mouvement d'horlogerie de gramophone utilisé pour la réalisation d'un interrupteur rotatif susceptible d'être employé comme tikker ; les personnes qui ont à leur disposition un phonographe à disques, pourront conditionner sur ce modèle à peu de frais et sans détériorer leur appareil un bon interrupteur mécanique.

Le dispositif à créer est un disque métallique denté fixé sur fond isolant (fig. 196) et pouvant tourner à la place du phonogramme sous deux petits balais dont l'un reste constamment en contact avec le disque et dont l'autre n'est relié électriquement au précédent qu'au moment de son passage sur une des dents qui bordent le disque.

Intercalé dans un circuit de réception au moyen des bornes qui portent les balais, l'appareil y assure des ouvertures et des fermetures périodiques d'autant plus rapides que le nombre des dents du plateau métallique sont plus nombreuses et que celui-ci tourne plus rapidement.

Sur un disque isolant d'ébonite, de bois ou de carton épais mesurant 35 cm. de diamètre et percé en son centre d'une lunette permettant de l'adapter sur le plateau du phonographe, on applique très soigneusement et on fixe à la seccotine étendue d'eau un disque de clinquant ou de papier d'étain, de 35 cm. de diamètre, denté sur son pourtour d'échancrures régulières (220 pour un disque de 35 cm.) ayant la forme de languettes triangulaires mesurant 5 mm. de base et 10 mm. de hauteur (fig. 197).

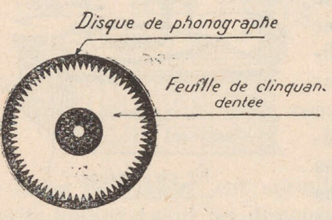


Fig. 196. — Disque denté.

On veillera tout particulièrement à ce que ces languettes adhèrent parfaitement au fond et ne présentent ni bavures, ni boursouflures; il sera bon de les découper avec un canif ou des ciseaux bien affilés et de les étaler régulièrement sur le support avec l'extrémité des doigts, en interposant entre celui-ci et les languettes une feuille de papier pour éviter un accroc accidentel.

Sur une barette de bois verni de 15 cm. environ de longueur et 3 cm. de largeur, on place ensuite à 3 ou 4 cm. d'intervalle les deux bornes qui doivent porter les balais de contact.

Ces balais sont constitués par deux petites tiges

flexibles en fil d'acier ou de laiton, de 4 à 5 cm. de longueur, terminées par une pointe mousse en fil d'argent (fig. 198).

La barette se fixe sur l'équerre qui sert de support au pavillon du phonographe, on dispose cette barrette de telle façon que le balai placé sous la borne 1 vienne en contact léger avec la partie dentée du

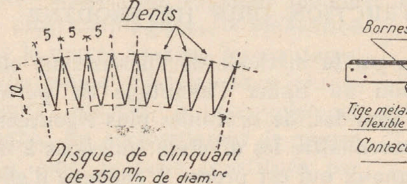


Fig. 197. — Tracé des dents.

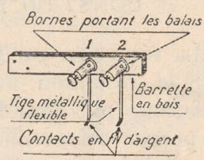


Fig. 198. — Bornes à balais.

disque métallique et le balai de la borne 2 en contact avec la partie pleine.

Réglage et utilisation du tikker mécanique. — Le réglage du tikker rotatif ne présente aucune difficulté ; il suffit, l'appareil étant connecté convenablement dans le circuit de réception des ondes entretenues, de mettre en marche le mouvement d'horlogerie du phonographe qui entraîne le disque denté à la vitesse de 100 à 120 tours par minute, donnant ainsi entre 400 et 450 interruptions par seconde, fréquence qui assure aux signaux perçus une tonalité nettement musicale. Cette fréquence peut être réduite ou augmentée par le jeu de la vis de réglage du phonographe placée sur le côté de l'appareil (fig. 195).

La denture triangulaire du disque métallique que nous recommandons, offre l'avantage de permettre le réglage de la durée des moments d'ouverture ou de

fermeture du circuit récepteur par le seul déplacement du balai de la borne 1 vers le sommet ou vers la base de la languette ; cette manœuvre peut améliorer très sensiblement la réception lorsqu'on utilise le montage représenté sur la figure 193 dans lequel le détecteur est supprimé.

2° CONSTRUCTION D'UN HÉTÉRODYNE

La réception par la méthode de l'hétérodyne offre sur la réception au tikker l'avantage de portées beaucoup plus grandes, de syntonies plus rigoureuses et permet de reconnaître les diverses émissions à une tonalité des signaux qui est propre à chacune d'elles.

Non seulement le son perçu au téléphone peut

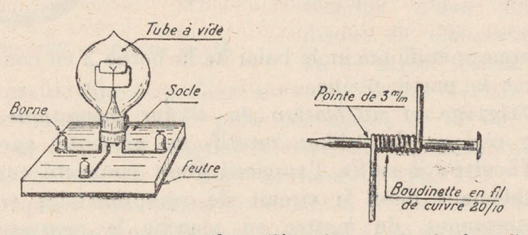


Fig. 199. — Lampe à 3 électrodes sur son support. *Fig. 200. — Confection d'une douille de connexion.*

atteindre, par un réglage convenable de l'hétérodyne, une hauteur différente pour différentes émissions ; mais il peut aussi être accordé sur la fréquence pour laquelle la membrane de l'écouteur vibre le plus avantageusement ou celle pour laquelle les parasites sont le moins gênants.

Qu'on ajoute à ces avantages l'amplification des signaux résultant de la superposition de l'énergie incidente de l'hétérodyne à l'énergie recueillie par

l'antenne, la possibilité de détecter avec le même dispositif des transmissions entretenues comme des transmissions amorties et l'on comprendra le succès d'un procédé de réception qui a à peu près remplacé tous les autres.

Construction d'un hétérodyne. — Le dispositif hétérodyne que nous allons décrire est sans contredit le plus simple qui se puisse imaginer tout en étant des plus avantageux; sa réalisation est à la portée de tous les amateurs.

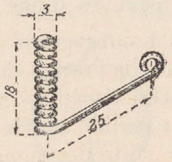


Fig. 201. — Douille de connexion pour lampes à 3 électrodes.

Une lampe spéciale, deux enroulements réactifs à accouplement variable, un accumulateur de quatre volts, une batterie constituée par une dizaine de piles pour lampe de poche, un petit condensateur variable, un condensateur fixe et un écouteur téléphonique représente tout le matériel nécessaire à son installation.

Lampes à trois électrodes. — La *lampe à trois électrodes*, appelée aussi *tube à vide*, est l'organe actif de l'hétérodyne ; c'est le générateur des ondes incidentes destinées à interférer avec les ondes captées par l'antenne pour produire les battements qui révéleront l'émission.

La figure 199 reproduit un modèle de lampe très répandu en France ; dans une ampoule vidée d'air, un *filament* de tungstène est tendu suivant l'axe d'une hélice dont les spires l'emprisonnent comme une *grille* ; une *plaque* de nickel roulée en cylindre enferme à la fois le filament et la grille.

Quatre broches fixées au culot de l'ampoule sont reliées respectivement aux extrémités du filament, à la grille et à la plaque.

Convenablement agencé, cet appareil permet d'*entre-*

tenir des oscillations dans un circuit oscillant lorsque les circuits de grille et de plaque sont couplés par un condensateur ou par induction [1].

La lampe est représentée sur une planchette portant les bornes de connexion nécessaires pour son utilisation dans un circuit de T. S. F.

On choisit pour faire ce socle un carreau de bois sec de 75 mm. de côté et 2 cm. d'épaisseur qu'on recouvre d'une bonne couche de vernis à la gomme

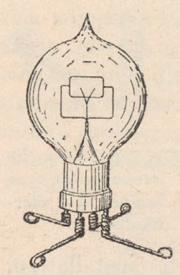


Fig. 202. — Tube à vide muni de ses douilles de connexion.

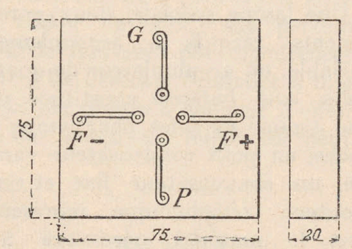


Fig. 203. — Support de tube à vide vu en plan.

laque. Un morceau d'ébonite de 5 mm. d'épaisseur conviendrait mieux encore, mais son prix de revient est relativement élevé.

La lampe est maintenue sur le socle par quatre douilles dans lesquelles pénètrent à frottement les quatre broches du culot.

Un fil de cuivre de 2 mm. de diamètre et 17 cm. de longueur peut être utilisé pour la confection de chaque douille ; autour d'une pointe ayant le diamètre des broches (fig. 200), on enroule le fil en dix ou douze

1. Cf. Franck Duroquier : *Éléments de T. S. F. pratique*, p. 105 et suivantes.

spires serrées dont l'ensemble constitue un fourreau à la fois robuste et flexible ; la boudinette est prolongée par une queue de 25 mm. terminée par un œilleton qui servira à la relier à une borne de fixation (fig. 201).

Pour fixer en bonne position les porte-broches sur le socle, il est prudent de les engager d'abord sur les pieds de la lampe (fig. 202); posant alors celle-ci sur la planchette, on oriente chaque queue de boudinette de façon que les bornes, dont les vis doivent passer au centre de chaque œilleton, se fassent vis-à-vis, deux à deux, selon le croquis de la figure 203.

Pour prévenir, d'autre part, toute erreur de montage, il importe de graver sur le socle en face de chaque borne une lettre qui rappelle l'origine de la connexion; un G signalera la borne reliée à la grille; un P, celle de la plaque, F — et F + les bornes reliées aux extrémités du filament avec l'indication des pôles de la batterie de chauffage qui doivent respectivement y être connectés.

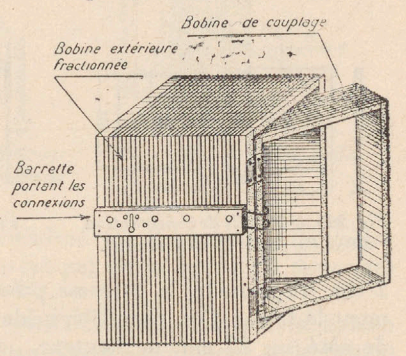


Fig. 204. — Transformateur à enroulements réactifs.

Un morceau de feutre épais placé sous le support de la lampe soustraira celle-ci aux trépidations qui affecteraient la réception de bruits parasites fort gênants.

Enroulements réactifs à couplage variable. — Les oscillations d'amplitude constante produites par

la lampe sont entretenues par la réaction de deux enroulements inductifs bobinés en *sens inverse*, dispositif que représente la figure 204. L'appareil qui ne diffère du Tesla classique que par un artifice de bobinage comprend comme lui deux bobines, une bobine inductrice et une bobine induite, à accouplement variable.

Bobine primaire. — La carcasse de la bobine primaire est une caisse sans fond obtenue par l'assemblage de deux planches, du modèle A (fig. 205), mesurant 22 cm. sur 27 et de deux planches du modèle B mesurant 22 cm. sur 25. Ces planches ayant toutes

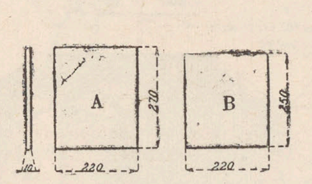


Fig. 205.— Détails de construction d'une carcasse d'enroulement.

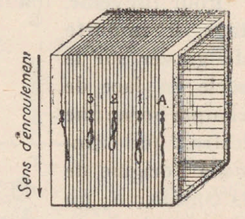


Fig. 206. — Bobine primaire.

1 cm. d'épaisseur, la carcasse présente après achèvement la forme d'un parallélépipède régulier de 27 cm. de côté sur 22 cm. de hauteur.

Sur cette carcasse, on enroule à tours jointifs, et dans le sens indiqué par la flèche (fig. 206), 200 m. de fil de cuivre isolé au coton (deux couches) de 7 dixièmes de mm. de diamètre.

Quatre ou cinq fractionnements divisent cet enroulement en parts égales; pour en fixer les prises, une série de doubles œillets sont ménagés sur le côté de la carcasse et retiennent les fils de connexion. En A, est noué le début de l'enroulement ; en 1, la boucle

qui achève le premier fractionnement et commence le second ; en 2, la fin du deuxième fractionnement; en 3, celle du troisième, et en 4, l'extrémité du fil bobiné. Toutes ces prises, destinées à être reliées à un jeu de plots commandé par une manette, ont environ 10 cm. de longueur.

Après achèvement, il est nécessaire de passer sur l'enroulement une couche de vernis à la gomme laque ou de le paraffiner.

Bobine secondaire. — Le cadre qui doit porter l'enroulement secondaire est, comme celui de la

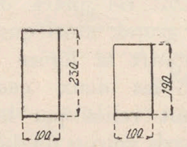


Fig. 207. — Détails de construction de la carcasse secondaire.

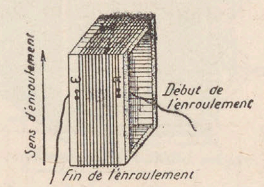


Fig. 208. — Bobine de réaction.

bobine primaire, constitué par l'assemblage de quatre planchettes dont le croquis de la figure 207 donne les dimensions.

Ces dimensions sont établies pour que la bobine secondaire puisse être placée à l'intérieur de la bobine primaire et s'y mouvoir en pivotant sur le bord de son cadre à la façon d'une porte sur son chambranle.

L'enroulement secondaire est fait du même fil que l'enroulement primaire ; mais il est bobiné dans un *sens opposé* (fig. 208), condition absolument indispensable du fonctionnement de l'hétérodyne.

Une longueur de 100 m. de fil est largement suffisante pour la confection de l'enroulement secondaire qui n'a pas besoin d'être fractionné.

Sur la figure 208, la lettre α indique le début du fil bobiné et la lettre ω en marque la fin.

Le vernissage de l'enroulement s'impose pour cette seconde bobine comme pour la première.

Couplage des bobines. — Lorsque les bobines primaire et secondaire sont achevées, il reste à les coupler convenablement et à établir les connexions des enroulements et des fractions d'enroulement pour une utilisation commode.

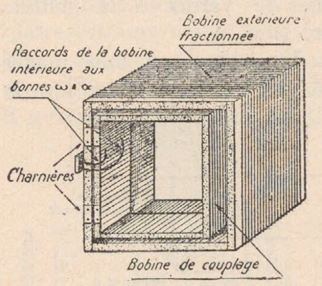


Fig. 209. — Dispositif hétérodyne.

Le petit enroulement est placé dans le grand, ainsi que le montre la figure 209 et les deux cadres sont reliés par leurs bords voisins du début des enroulements, au moyen de deux charnières à vis qui permettent, par le pivotement de la bobine secondaire de faire varier leur couplage.

Sur une barrette d'ébonite ou de bois verni de 1 cm. d'épaisseur et mesurant 20 cm. de longueur et 5 cm. de largeur, on dispose ensuite les bornes et les plots auxquels doivent aboutir les connexions préparées. Le croquis de la figure 210 donne toutes indications et directions à cet effet ; en se reportant aux repères inscrits en face de chaque borne ou plot, on opérera rapidement et sans risque d'erreur. Toutes les connexions étant assurées sur la barrette, on fixe cette dernière à la planchette de la carcasse primaire à hauteur des prises de fractionnements.

Pour éviter que les écrous de serrage qui bloquent les bornes et les plots sous la barrette ne détériorent

l'enroulement primaire en appuyant sur les spires, il est bon de surélever un peu la barrette au moyen de deux petites cales (fig. 210) que maintiendront en les traversant les vis de fixation.

Pour relier les extrémités de l'enroulement secondaire aux bornes α et ω de la barette, il est indispensable d'utiliser du câble souple bien isolé ; des fils

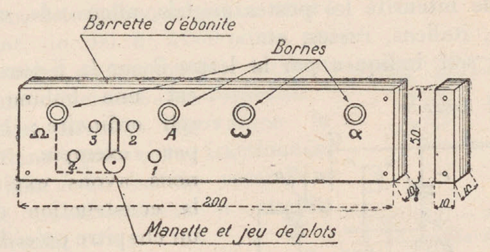


Fig. 210. — Tablette des connexions de l'hétérodyne.

semi-rigides seraient promptement coupés dans le mouvement de va-et-vient de la bobine mobile.

Utilisation et réglage du dispositif hétérodyne. — Le diagramme de la figure 211 indique une des nombreuses combinaisons adoptées pour grouper et relier entre eux les divers éléments d'un circuit de réception par hétérodyne.

Nous recommandons tout spécialement aux amateurs ce montage que nous avons simplifié le plus possible à leur intention et dont le rendement reste excellent.

N'utilisant qu'une seule lampe, un seul condensateur variable ; n'exigeant ni potentiomètre, ni capacité shuntée par une résistance de plusieurs mégohms, ni détecteur ; s'accommodant d'une petite batterie de 35 à 40 volts dans le circuit de plaque, ce montage assure la réception amplifiée des ondes amorties comme

des ondes entretenues. Avec une antenne en V de 8 m. de hauteur et 60 m. de longueur, il nous permet de lire FL (Paris) à 12 m. des écouteurs ; POZ (Nauen) et UA (Nantes), à plusieurs mètres ; Lyon, travaillant sur 15 500 m., avec une syntonie suffisante pour que l'onde de compensation de sa transmission sur arc soit totalement éliminée ; il nous donne avec une grande intensité les postes anglais, allemands, espagnols, italiens, russes, etc.

La self indiquée par la lettre S sur la figure 211 est une bobine de self ordinaire ; celle, par exemple, dont nous avons expliqué la construction dans un chapitre précédent.

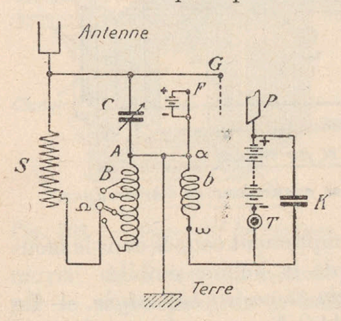


Fig. 211. — Schéma de montage d'un hétérodyne.

Le condensateur variable C est à diélectrique air, il a une capacité de un millième de microfarad environ. D'une manière générale, *lorsque la valeur de la capacité est trop forte par rapport à celle de la self, l'accrochage des oscillations se fait mal dans le circuit de l'hétérodyne* ; il est donc avantageux de se contenter d'un petit condensateur variable avec lequel on mettra éventuellement en parallèle, pour la réception d'ondes de grande longueur, deux condensateurs fixes auxiliaires de un millième et de deux millièmes de microfarad.

En employant une manette à double lame de contact (fig. 212), ces condensateurs supplémentaires pourront être ajoutés séparément ou simultanément à la

capacité variable dont on assurera ainsi à la fois l'indépendance et une valeur progressive de 0 à 4 millièmes de microfarad.

Le condensateur K a une capacité fixe de 1 millième de microfarad ; il peut être remplacé par un condensateur variable.

Le téléphone T a une résistance de 4 à 5 000 ohms ; mais un écouteur moins résistant, de 300 à 2 000 ohms, ne saurait compromettre le bon fonctionnement du dispositif.

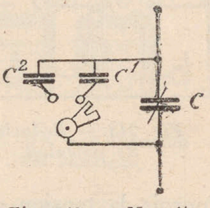


Fig. 212. — Manette à double lame.

En B est représentée la bobine primaire fractionnée, et en *b* la bobine secondaire du transformateur à circuits réactifs.

On n'oubliera pas que les débuts d'enroulement de ces deux bobines doivent être reliés ensemble dans la combinaison que représente la figure 211.

Il est aussi d'une importance capitale d'effectuer les connexions des accumulateurs et de la batterie de piles en observant les indications de polarité données par le schéma.

Les accumulateurs fournissant le courant de 4 volts nécessaire au chauffage du filament, doivent avoir une capacité suffisante pour assurer un débit régulier d'un quart d'ampère. Nous utilisons pour nos essais des éléments *Tudor* de 60 ampères-heure dont nous avons toute satisfaction.

Un réducteur de potentiel peut être avantageusement intercalé dans le circuit de chauffage du filament, pour régler la température d'incandescence de ce dernier sur la valeur de la tension fournie à la plaque par la batterie de piles. En général, mais tout

de même dans des limites assez restreintes, il faut réduire d'autant plus le chauffage du filament que le voltage appliqué à la plaque est plus faible.

Le croquis de la figure 213 représente un réducteur de potentiel réalisé avec un fil de ferro-nickel, de 1 mm. de diamètre et 45 cm. de longueur, enroulé en boudinette de 1 cm. de diamètre environ dont les seize spires sont reliées de quatre en quatre à un jeu de plots.

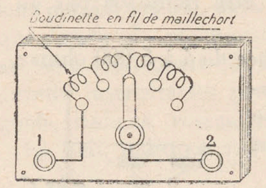


Fig. 213. — Réducteur de potentiel.

La batterie destinée à fournir la tension de plaque peut être réduite à dix petites piles pour lampes de poche reliées en série et donnant environ 40 volts.

Les amateurs qui en auront la facilité pourront s'assurer un voltage plus important en prévision de l'usure inévitable quoique très lente des piles et de la chute de tension qui en résulte dans le circuit d'utilisation.

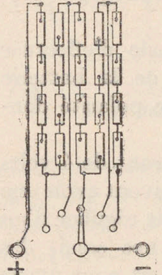


Fig. 214. — Groupement des piles.

La disposition que représente schématiquement la figure 214 permet de réduire l'encombrement d'une batterie de vingt éléments de quatre volts aux dimensions d'un coffret mesurant 19 × 15 × 10 cm. Les piles sont alignées par quatre sur cinq rangs ; leur liaison en série est assurée par le simple rabattement de la lame négative d'un élément sur la lame positive de l'élément suivant (fig. 215), un grain de soudure fixe ces connexions. Un pliage à angle droit

(fig. 216) de la lame négative de la pile qui termine chaque rangée assure le raccord avec la rangée suivante. Enfin, quatre ou cinq prises reliant les différentes rangées de piles à un clavier de plots, ou à une série de bornes, peuvent remplacer le réducteur de chauffage du filament en permettant l'utilisation progressive des éléments de la batterie.

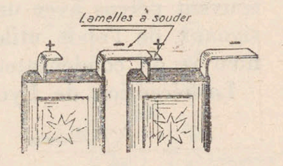
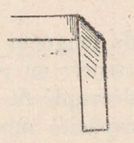


Fig. 215. — Connexion des éléments.

On assurera une longue durée à la batterie de piles en prenant soin de paraffiner les parois du coffret contenant les différents éléments et en recouvrant également chacun de ceux-ci d'une couche de paraffine.

Pour faciliter aux débutants l'emploi de notre dispositif hétérodyne, nous indiquerons deux ou trois repères de réglage assurant avec une antenne de 60 m. la réception d'émissions caractéristiques. Ces repères approximatifs devront évidemment être corrigés pour des collecteurs d'ondes plus grands ou plus petits.


Fig. 216. Pliage de la lame de pile.

Nous recevons FL (amorties — 2 600 m. de longueur d'onde : bulletin météorologique et signaux horaires) en donnant à S une valeur presque nulle ; en réduisant B à son premier fractionnement, en découplant *b* de 20° environ et en n'utilisant qu'une minime partie de la capacité C. Une faible variation de la capacité, le moindre changement dans le couplage des circuits réactifs modifient considérablement la valeur de la réception.

Nantes (entretenues — 9 000 m., de longueur

d'onde : signaux Aldébaran) est reçu en prenant la moitié de S, B étant sur 3, *b* découplé de 30° environ et C donnant deux tiers de sa capacité.

L'onde de compensation de cette transmission sur arc, dont les signaux de contre-manipulation sont souvent perçus avec une intensité plus forte que les signaux de l'onde utile, s'élimine par la seule manœuvre du condensateur.

La réception de Lyon (entretenues — 15 000 m.

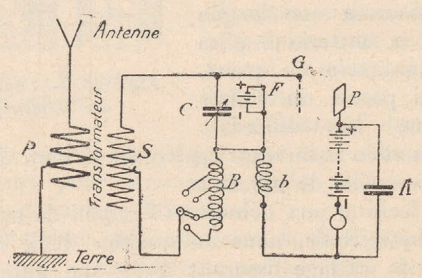


Fig. 217. — Montage avec transformateur.

de longueur d'onde : signaux horaires et presse) est assurée en prenant S en entier, B de même, *b* étant découplé de 15° environ et C ajoutant le quart de sa capacité aux capacités de 1 millième et de 2 millièmes de microfarad des deux condensateurs fixes auxiliaires montés en parallèle. Un réglage favorable de la capacité et du couplage des circuits réactifs en accordant exactement l'hétérodyne sur l'onde de compensation la fait disparaître ; l'autre onde un peu plus grave restant seule entendue.

Le montage que représente la figure 211 peut être légèrement modifié lorsqu'on dispose d'un transformateur de Tesla. La bobine secondaire de celui-ci prend la place de la self S et l'antenne et la terre sont

reliées à sa bobine primaire (fig. 217). Plus sélectif que le précédent, ce dispositif est aussi d'un réglage plus délicat.

La figure 218 montre une combinaison nouvelle utilisant encore un transformateur d'induction. Ici, les deux enroulements réactifs ne sont plus directement reliés par leur borne initiale et deux condensateurs réglables sont intercalés dans le circuit de l'hétérodyne ; par contre, aucune capacité ne shunte la batterie de plaque et le téléphone.

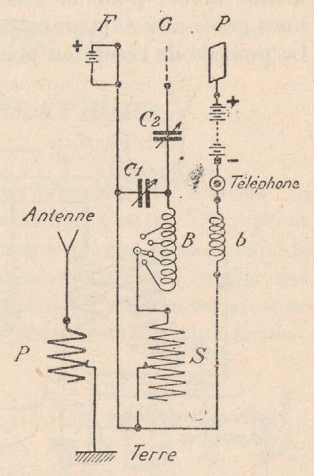


Fig. 218. — Autre montage.

Le pouvoir amplificateur de ce dispositif est très grand ; sur l'antenne en V de 60 m., il permet de lire FL à 15 m. des écouteurs. L'amplification ne dépend presque uniquement que de la valeur du couplage entre B et *b* ; mais pour une amplification trop forte il se produit des oscillations à basse fréquence dans le circuit de réception qui font littéralement hurler les téléphones.

Les condensateurs C_1 et C_2 agissent surtout pour faire varier la note.

L'appareil détecte également les ondes amorties et les ondes entretenues.

La figure 219 reproduit l'agencement de la réception hétérodyne dans notre laboratoire. Deux commutateurs, l'un pour l'antenne, l'autre pour la terre, nous permettent de passer instantanément d'une récep-

tion selon le schéma de la figure 211 à une réception selon le schéma de la figure 217. Cette disposition nous permet, en outre, de recevoir les ondes amorties par la méthode ordinaire du détecteur et d'utiliser le même circuit pour la réception des ondes entretenues grâce aux effets incidents de l'hétérodyne voisin. Ce procédé de réception présente de grands avantages

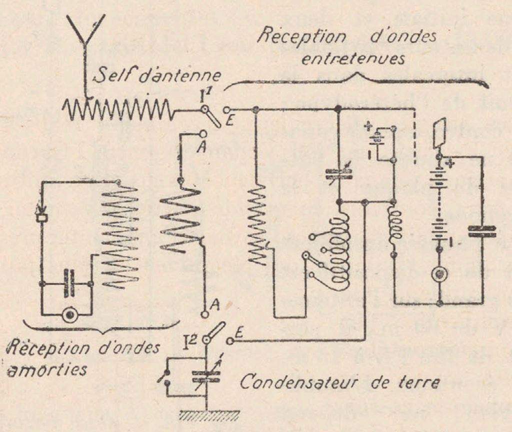


Fig. 219. — Table de réception complète pour ondes amorties et ondes entretenues.

pour la sélection, mais il exige le double réglage du circuit de l'hétérodyne et du circuit oscillant du détecteur.

Une bobine de self ajoute son inductance réglable à l'antenne ; un condensateur variable, intercalé entre les appareils et la terre, favorise l'accord avec les ondes courtes. L'appoint de la bobine de self améliore pour nous sensiblement la réception de Lyon ; celui du condensateur de terre améliore celles des petits postes à ondes amorties et même la réception de FL sur étincelles musicales.

CHAPITRE VII

AMPLIFICATEURS

Les progrès merveilleux récemment réalisés en T. S. F. : conversations échangées entre l'Europe et l'Amérique, signaux hertziens perçus d'un antipode à l'autre, sont dus, en grande partie, à l'emploi des lampes amplificatrices qui permet d'augmenter presque sans limite l'intensité des réceptions les plus faibles.

Le principe de l'amplification par lampes à trois électrodes repose sur le phénomène suivant : de *faibles* variations de potentiel appliquées à la grille d'une lampe provoquent des variations *importantes* dans le courant des piles de la plaque. L'appareil se comporte absolument comme un relai ; n'utilisant aucun organe mécanique, ne possédant aucune inertie, il est capable de suivre fidèlement les variations des courants téléphoniques et même celles beau-

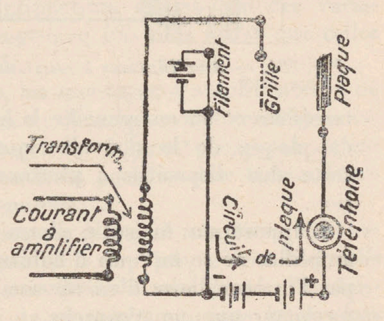


Fig. 220. — Amplificateur à transformateur.

coup plus nombreuses des oscillations de haute fréquence utilisées en T. S. F.

Pour rendre perceptibles les variations d'un courant téléphonique trop faible pour agir directement sur un écouteur ordinaire, il suffit donc de faire agir ces variations sur la grille d'un tube à vide et de placer le téléphone dans le circuit de plaque où des variations parallèles aux premières, mais beaucoup plus importantes, prendront naissance. Si cette première amplification ne produit pas un effet assez puissant, on reporte sur une seconde grille les variations une première fois intensifiées et on en recueille le bénéfice dans le circuit de plaque de la nouvelle lampe. On établit de la sorte des dispositifs à plusieurs étages d'amplification.

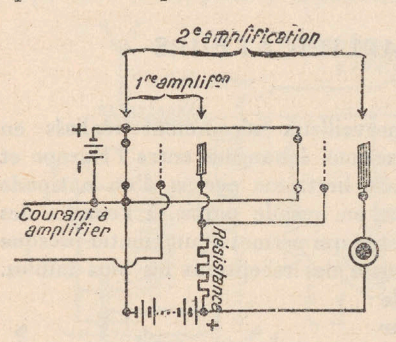


Fig. 221. — Amplificateur à résistance.

L'apport sur la grille d'une lampe de l'énergie à amplifier ne se fait pas d'habitude directement, mais par l'intermédiaire d'un appareil qui est ou un *transformateur* ou une *résistance*.

La figure 220 représente le schéma d'un dispositif amplificateur utilisant un transformateur; la figure 221 celui d'un dispositif utilisant une résistance.

L'examen de ces diagrammes, simplifiés à dessein, permet de suivre les phases de l'amplification par lampe et d'en comprendre aisément le mécanisme.

Le premier n'utilise qu'une seule lampe ; le courant à amplifier traverse le primaire d'un transformateur et ses variations induisent dans le secondaire des forces électromotrices qui atteignent la grille, et en modifient le potentiel ; il en résulte des variations d'intensité dans le courant du circuit de plaque, variations en concordance rigoureuse avec les premières, mais cinq ou six fois plus puissantes.

Le second dispositif est à deux étages d'amplification. Le courant initial est directement amené à la première grille, et le courant cinq à six fois plus intense qui en résulte dans le circuit de plaque est reporté par l'intermédiaire d'une résistance, dont le rôle est de provoquer *une chute de tension alternative importante*, sur la grille d'une seconde lampe ; le téléphone monté dans le circuit de la dernière plaque y recueille alors les effets cinq fois amplifiés de la première amplification, c'est-à-dire des variations de courant vingt-cinq fois plus fortes que celles du courant primitif.

Dans la pratique, les montages d'amplificateurs ne sont pas tout à fait aussi simples et diverses précautions doivent être prises, différents organes accessoires doivent être utilisés pour assurer le bon fonctionnement des appareils.

Pour les amplificateurs à transformateurs, *la résistance des enroulements doit être proportionnée à celle des circuits où ces enroulements sont placés* ; les résistances des circuits de plaque sont, dans les lampes françaises, de quelques milliers d'ohms ; les résistances des circuits de grille de quelques dizaines de milliers d'ohms.

Avec les amplificateurs à résistances, on emploie de petits condensateurs pour assurer la liaison de grille à plaque et favoriser le passage des oscillations,

et *plus la fréquence de ces oscillations est grande, plus petite doit être la capacité de ces condensateurs;* on prend soin, également, de relier les grilles des lampes au pôle positif de la batterie de chauffage des filaments par une résistance de 4 à 5 mégohms afin de maintenir aussi constant que possible le potentiel moyen de ces grilles.

On peut utiliser les amplificateurs de deux façons :

1° Pour amplifier les courants de T. S. F. rectifiés par un détecteur, c'est-à-dire des courants de *basse fréquence* susceptibles d'agir sur un écouteur téléphonique.

2° Pour amplifier les courants de T. S. F. tels qu'ils existent dans l'antenne avant redressement par le détecteur, c'est-à-dire des courants de *haute fréquence* qui seraient sans effet sur un téléphone.

Dans le premier cas, il suffit de placer le téléphone à la sortie de l'amplificateur pour percevoir les signaux amplifiés.

Dans le second cas, on ne recueille à la sortie de l'amplificateur que des oscillations amplifiées qu'il faut nécessairement détecter avant qu'elles puissent agir sur un téléphone.

En général il y a avantage — surtout pour des signaux faibles — à amplifier avant détection.

En amplifiant d'abord à haute fréquence une réception de T. S. F., en la détectant, puis en amplifiant à basse fréquence le courant redressé, on atteint des sensibilités prodigieuses ; on arrive ainsi à entendre des transmissions lointaines sans antenne, par la seule induction des ondes sur un circuit oscillant dont les dimensions de l'enroulement ne dépassent pas 10 cm.

Afin de permettre à nos lecteurs, étudiants ou amateurs, des expériences de réception aux plus grandes distances avec toute la commodité et la dis-

crétion qu'assure l'emploi d'un petit collecteur d'ondes d'appartement, nous décrirons deux types d'amplificateur, l'un utilisable pour la haute fréquence, et l'autre pour la basse fréquence. Ces appareils, simplifiés le plus possible pour rendre leur construction facile, pourront être employés séparément, mais seront susceptibles d'être associés très simplement pour un rendement maximum.

1° CONSTRUCTION D'UN AMPLIFICATEUR A HAUTE FRÉQUENCE A RÉSISTANCES

Le schéma que représente la figure 222 est celui d'un amplificateur à résistances très facile à construire et donnant une amplification presque égale à six cents fois la valeur du courant initial.

L'appareil permet une excellente réception sur

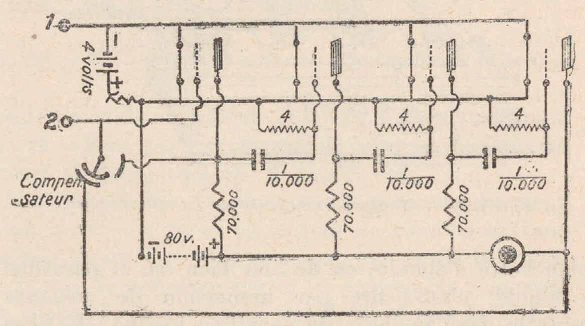


Fig. 222. — Schéma d'amplificateur à résistances à 4 lampes.

cadre, il convient à la fois à la réception des ondes amorties et des ondes entretenues de toutes longueurs depuis 800 m. avec une parfaite syntonie. Il présente

l'avantage d'être tout à fait silencieux, ne produisant ni sifflement, ni sons de cloche à la moindre trépidation ; il renforce peu les parasites. Amplificateur à haute fréquence, il détecte cependant les amorties sans détecteur et les entretenues sans hétérodyne par le seul jeu d'un compensateur auxiliaire d'une grande simplicité.

Les éléments essentiels de l'appareil que l'étudiant ou l'amateur auront à construire sont :

a) Le support des lampes ;

b) La table des résistances et des petits condensateurs de liaison ;

c) Le compensateur.

A) *Support des lampes.* — On choisit, pour servir de support aux quatre lampes amplificatrices, une

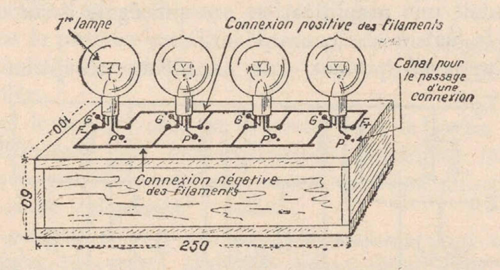


Fig. 223. — Monture extérieure de l'amplificateur.

planchette d'ébonite ou de bois bien sec et paraffiné à chaud, c'est-à-dire par immersion de quelques minutes dans un bain de paraffine fondue ; la fibre ne doit pas être employée à cause de son faible pouvoir isolant. Une petite caisse mesurant 25 cm. de longueur, 10 cm. de largeur et 6 cm. de hauteur (fig. 223) convient tout à fait pour cet objet; le couvercle doit, bien entendu, rester libre pour permettre

le passage des connexions qui relieront les bornes extérieures des lampes aux bornes de la table des résistances qui sera placée à l'intérieur de la caisse.

Les lampes sont disposées sur un seul rang et aussi rapprochées que possible les unes des autres : cette précaution est commandée par la nécessité d'établir des connexions aussi courtes que possible afin d'éviter l'introduction dans les circuits amplificateurs de capacités parasites qui gêneraient le bon fonctionnement de l'appareil.

Les directions que nous avons données pour la

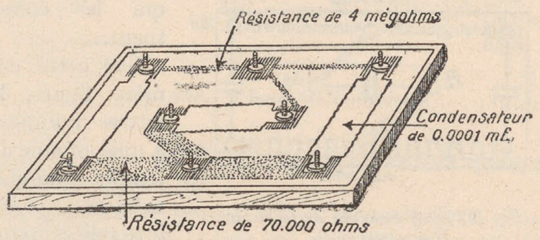


Fig. 224. — Table des résistances et des condensateurs de liaison.

construction du support de la lampe hétérodyne seront encore suivies pour construire le support des quatre lampes de l'amplificateur à résistances.

Les porte-fiches des lampes étant convenablement disposés sur le socle et les bornes de connexion étant soigneusement repérées, on réunit par un fil de cuivre de 1 mm. de diamètre toutes les extrémités négatives des filaments et par un fil semblable toutes les extrémités positives.

A proximité de chaque borne de plaque, de chaque borne de grille, à proximité de la borne positive du filament de la seconde lampe, on perce ensuite un petit canal de 1 mm. 1/2 de diamètre destiné au

passage d'une des connexions reliant les lampes à la table des résistances.

B) *Table des résistances et des petits condensateurs de liaison.* — La construction de la table des résistances et des condensateurs de liaison est l'opération la plus délicate du montage de l'amplificateur ; sa réussite demande beaucoup de soin, mais ne présente aucune difficulté insurmontable.

La figure 224 représente l'appareil sous son aspect réel et la figure 225 la disposition schématique des divers éléments qui le constituent.

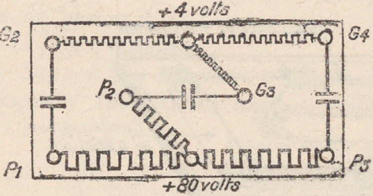


Fig. 225. — Schéma de la table des résistances.

Sur cette dernière figure, les lettres indiquent à quel organe des lampes amplificatrices devra être reliée chaque borne lorsqu'on procédera au montage de la table ; ainsi la borne marquée P1 sera connectée à la plaque de la première lampe, la borne marquée P2, à celle de la seconde; la borne marquée G2 sera reliée à la seconde grille, celle marquée G3 à la troisième, etc. La borne marquée + 4 volts sera reliée à la borne positive d'un des filaments et la borne marquée + 80 volts sera connectée directement au pôle positif de la batterie de plaque.

La place choisie pour les condensateurs, le groupement des résistances donnent à notre dispositif l'avantage de connexions réduites et suppriment la moitié du nombre de bornes qu'il serait nécessaire d'employer avec un modèle différent.

Le socle de la table des résistances est fait d'une planchette d'ébonite ou de bois dur paraffiné à chaud ;

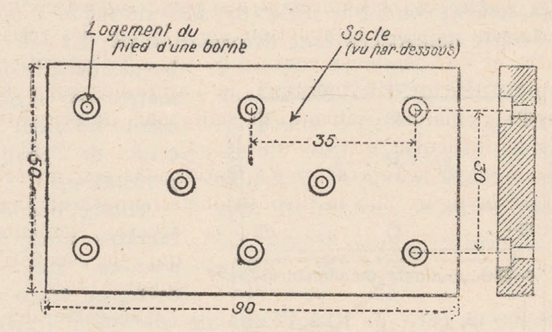


Fig. 226. — Socle de la table.

il mesure 9 cm. sur 5 et a une épaisseur de quelques millimètres (fig. 226).

La planchette porte, selon le croquis, 8 trous fraisés destinés au logement des pieds de vis formant l'axe des bornes de connexion destinées à relier les résistances et les condensateurs aux différents organes des lampes amplificatrices. Les dimensions à donner à ces trous dépendent évidemment du type de borne adopté; nous conseillons l'emploi de bornes très petites, l'échantillon représenté sur la figure 227 est un modèle très répandu, à la fois pratique et avantageux. Le pied des bornes doit être entièrement encastré dans le socle et être protégé par un bouchon de cire ou de paraffine.

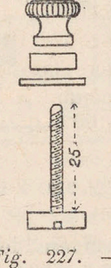


Fig. 227. — Borne de connexion.

Le socle est recouvert d'une carte de papier canson de 8 cm. de longueur et 4 cm. de largeur, badigeonnée

sur la face en contact avec la planchette d'une couche de vernis à la gomme laque. Cette carte est perforée exactement comme le socle (fig. 228) de façon à pouvoir être embrochée sans déformation par les vis des bornes dont le diamètre est légèrement inférieur à celui de chaque perforation.

Fig. 228. — Carte de papier canson.

Autour des huit lunettes ainsi découpées sur la carte, on trace au crayon un carré de 10 à 12 mm. de côté qu'on empâte copieusement d'un frottis de graphite en utilisant un crayon très tendre (crayon Conté au graphite n° 1030).

Ces empâtements réalisés (fig. 229), on place définitivement la carte sur le socle en y montant les bornes marquées + 4 volts et + 80 volts sous lesquelles la carte est directement bloquée.

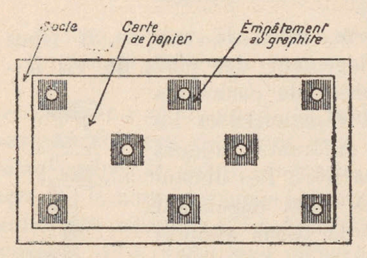


Fig. 229. — Empâtements de graphite.

Le montage de ces bornes demande quelque précaution. Le pied de vis étant convenablement logé dans le socle, on enfile sur la tige filetée une mince rondelle de plomb ou à défaut quelques disques de papier d'étain destinés à assurer un bon contact de la borne sur l'empâtement de graphite ; par-dessus ce joint malléable, on place une rondelle de cuivre sur laquelle on peut serrer

enfin, sans danger pour l'empâtement, l'écrou de fixation.

On peut procéder après cela à la confection des petits condensateurs de liaison dont les figures 224 et 225 indiquent clairement la place.

Condensateurs de liaison. — Ces condensateurs minuscules dont la capacité dépasse rarement 1 dix-millième de microfarad sont constitués par deux armatures de papier d'étain mesurant chacune 2 cm. de longueur et 5 mm. de largeur ; séparées par une feuille mince de papier gommé, ces armatures se recouvrent l'une l'autre sur une longueur de 4 à 5 mm. (fig. 230).

Fig. 230. — Armatures d'un condensateur de liaison.

Afin de pouvoir régler aisément la valeur des surfaces des armatures à mettre en regard, les bandes de papier d'étain portent à l'extrémité qui doit être maintenue par une borne une échancrure allongée faite au canif qui permet leur déplacement longitudinal.

La première armature se pose directement sur la carte, l'extrémité perforée engagée sur la vis de la borne convenable et en contact avec l'empâtement de graphite ; on pose par-dessus, pour la fixer, un morceau de papier gommé de la grandeur d'un timbre-poste qu'on recouvre ensuite avec la deuxième armature en prenant soin que les deux bandes métalliques ne soient en regard que sur une longueur de 4 à 5 mm.

Il est important que les armatures et les feuilles de papier qui les séparent et les maintiennent soient bien appliquées sur le socle et ne présentent ni pli ni boursouflure.

Les bornes commandant chaque armature des petits condensateurs sont alors fixées en tenant compte des recommandations déjà faites. Les rondelles de plomb doivent appuyer directement sur l'extrémité des armatures qui repose elle-même sur l'empâtement de graphite.

Les trois condensateurs de liaison se construisent de la même façon.

Il n'y aurait aucun inconvénient, au contraire, à utiliser des petits condensateurs variables pour transmettre les variations du courant de plaque d'une lampe à la grille de la lampe suivante, car il y a avantage à harmoniser la capacité de ces condensateurs avec la fréquence des oscillations à amplifier. Pour une fréquence de 300 000 oscillations par seconde, correspondant à une longueur d'onde de 1 000 mètres, une capacité de liaison de .000 0015 microforad est une valeur suffisante; pour une fréquence de 100 000, correspondant à une longueur d'onde maxima de 3 000 mètres, une capacité de .000 05 microfarad est préférable; pour une fréquence de 30 000, correspondant à une longueur d'onde de 10 000 mètres, on utilisera une capacité de .000 15 microfarad; pour des fréquences téléphoniques variant de 3 000 à 300, la capacité favorable s'établira entre .0015 et .015 microfarad; enfin pour les très basses fréquences correspondant aux mouvements des appareils enregistreurs relais, morse, siphon recorder, la capacité aura de .15 microforad pour une fréquence de 30 oscillations à la seconde, à 1.5 pour une fréquence de 3 et même de 15 microfarads pour une oscillation en 3 secondes.

Résistances de 70 000 ohms. — La construction de résistance de 70 000 ohms est une opération facile et simple lorsqu'on dispose d'un milliampèremètre

de précision. La figure 231 indique, dans ce cas, la manière de procéder.

Entre les bornes de la résistance à établir, on dispose en série l'appareil de mesure et une batterie de piles de 70 volts — celle, par exemple, qui sera utilisée dans le circuit de plaque de l'amplificateur — et l'on trace à l'aide d'un crayon tendre une bande de

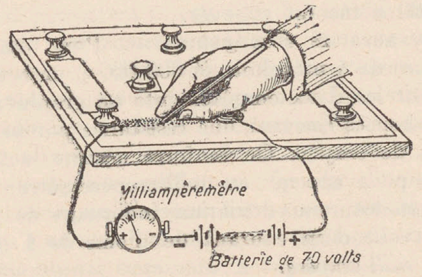


Fig. 231. — Étalonnage d'une résistance de 70.000 ϖ.

graphite reliant l'empâtement d'une borne à l'empâtement de l'autre borne.

Véritable pont conducteur, ce frottis de crayon offre au passage du courant de la batterie une résistance d'autant moins élevée que le dépôt de graphite dont on le constitue est plus abondant. A mesure que la bande crayonnée se métallise sous les touches répétées de la mine de graphite, l'aiguille du milliampèremètre accuse un passage de courant plus important, aussi est-il nécessaire de crayonner légèrement et progressivement la bande tracée sur le papier et sans perdre de vue la montée de l'aiguille du milliampèremètre ; avec la source de 70 volts utilisée, cette montée doit atteindre et ne pas dépasser la division de 1 *milliampère* $\left(\text{Loi d'Ohm} : I = \frac{E}{R}\right)$.

A ce moment, il est bon de souffler fortement sur la bande de graphite et de l'estomper légèrement avec un tortillon de papier ; l'aiguille du milliampèremètre indique aussitôt une baisse de courant signifiant que la résistance a augmenté par suite de l'enlèvement d'une petite quantité de graphite ; on corrige cet écart par quelques touches de crayon et la résistance de 70 000 ohms est achevée.

Résistances de 4 mégohms. — Pour établir les résistances de 4 mégohms (4 000 000$^{\omega}$), on commence par réunir les deux empâtements de graphite placés sous les bornes limitant une résistance par un simple trait fin de crayon. On renforce ensuite, au besoin, ce trait pour obtenir au milliampèremètre, comme précédemment, une déviation indiquant le passage pour 70 volts d'un courant de moins de 1 *cinquantième de milliampère.*

Etalonnage des résistances sans appareil de mesure. — Un grand nombre d'amateurs ne possèdent pas un milliampèremètre de précision; la construction d'une table de résistances n'est cependant pas pour eux une chose impossible ; en opérant de la façon que nous allons indiquer, ils obtiendront des résultats très satisfaisants.

Les condensateurs de liaison étant construits, on établit *approximativement* les résistances. Celles de 4 mégohms seront faites d'un seul trait de crayon de 1/2 mm. de largeur pour 3 cm. environ de longueur ; celles de 70 000 ohms, d'une bande de 6 mm. de largeur crayonnée sans blancs comme sans épaisseur. Les résistances de 4 mégohms et de 70 000 ohms qui aboutissent respectivement à la borne + 4 volts et à la borne + 80 volts ayant, par suite de leur position oblique sur la tablette, une longueur moindre que les résistances parallèles aux bords, devront pour

leur rester équivalentes être un peu moins chargées de graphite.

On relie ensuite par des connexions provisoires les divers éléments de la table aux lampes amplificatrices et aux appareils de réception. Quel que soit l'écart entre la valeur des résistances constituées au petit bonheur et celle d'un étalonnage parfait, le dispositif réalisé permettra néanmoins de recevoir une émission amortie qui serait perceptible avec un détecteur à cristaux ; on choisit donc, pour essayer la table de résistances, une émission puissante sur ondes amorties — celle des bulletins météorologiques ou des radiotélégrammes de presse de la station de la Tour Eiffel, par exemple — et l'on corrige sur elle la valeur des résistances, en les retouchant au crayon ou à la gomme jusqu'à ce que l'intensité des signaux perçus atteigne un maximum impossible à dépasser.

En général, si l'on a bien suivi nos recommandations, c'est au crayon qu'il y aura lieu de corriger les résistances de 70 000 ohms. Il est important de faire des retouches très légères et de les faire chaque fois sur les trois résistances.

Quant aux résistances de 4 mégohms, une grande précision n'étant pas avec elles de rigueur, il y aura rarement lieu de les modifier ; en tout cas, leur correction ne se ferait qu'après celle des résistances de 70 000 ohms.

Lorsqu'on dispose pour la confection de la table des résistances d'une planchette d'ébonite, il vaut mieux crayonner les empâtements et les résistances directement sur ce socle après l'avoir décapé soigneusement avec du papier d'émeri très fin promené sur l'ébonite dans le sens où doit être tracé chaque résistance.

Paraffinage de la table des résistances. — La

table montée et corrigée, il est indispensable, pour empêcher toute variation des capacités et des résistances sous l'influence de l'humidité et du changement de température, de protéger les condensateurs et les traits de graphite en les recouvrant d'une couche de paraffine de quelques millimètres d'épaisseur.

L'opération peut être contrôlée au moyen d'un milliampèremètre ou être faite au cours d'une réception ; on est ainsi immédiatement averti par la chute de l'aiguille de l'appareil de mesure ou par l'affaiblissement des signaux écoutés de la variation accidentelle de la valeur d'une résistance ou d'une capacité. La paraffine est répandue goutte à goutte d'abord sur les condensateurs, puis sur les résistances ; elle doit être suffisamment liquide pour s'étendre, mais non pas fluide au point de pénétrer comme de l'huile dans les pores du papier, des gouttes de paraffine surchauffée tombant sur les grains de graphite les soleraient entièrement les uns des autres et augmenteraient considérablement la valeur des résistances.

Malgré les plus grandes précautions, on peut avoir à crayonner une résistance au cours du paraffinage ; il est bon, devant cette éventualité, de commencer l'enrobage du ruban de graphite par une extrémité pour gagner peu à peu l'autre extrémité ; on a toujours ainsi devant soi une partie crayonnée dont on peut augmenter, au besoin, la conductibilité pour compenser une perte sur une autre partie de la résistance.

Deux ou trois couches de paraffine sont nécessaires pour protéger convenablement la table ; l'isolant doit s'étendre au delà des bords de la feuille de papier et l'emprisonner complètement dans un bloc d'où émergeront seuls les axes des bornes de connexion.

C) *Compensateur.* — Le compensateur prévu dans l'agencement de l'amplificateur et que représente la figure 232 est tout simplement un condensateur à trois armatures de faible capacité ; il a pour objet de faire réagir le circuit de la première grille sur le circuit de plaque de la première lampe ou sur le circuit de plaque de la quatrième pour créer des oscillations entretenues permettant la réception par battements des émissions entretenues et des émissions amorties.

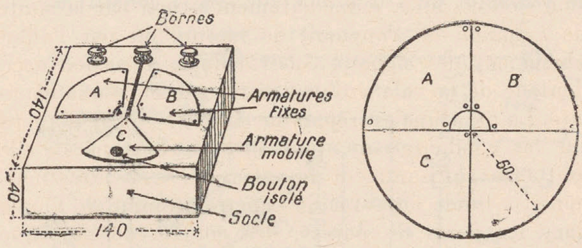


Fig. 232. — Compensateur.

Fig. 233. — Armatures du compensateur.

La construction de cet appareil n'offre aucune difficulté. On découpe dans une feuille mince d'aluminium ou de zinc une circonférence de 60 mm. de rayon qu'on partage en quatre secteurs égaux (fig. 233). Deux des quartiers ainsi obtenus sont utilisés comme armatures fixes, un troisième sert d'armature mobile.

Les secteurs A et B ont leur sommet légèrement échancré ; ils sont fixés chacun par quatre petites pointes à tête plate, à 1 ou 2 cm. l'un de l'autre, sur un socle en bois ou en ébonite. Le quartier C, pourvu d'un bouton de manœuvre isolant, est fixé sur un axe autour duquel il peut tourner pour venir recouvrir plus ou moins l'une ou l'autre des armatures fixes. Une simple vis à bois traversant le quartier

à sa pointe et le maintenant entre deux rondelles légèrement déformées suffit comme axe de rotation. Une feuille mince de sparadrap ou de papier calque collée sur la face inférieure de l'armature mobile l'isolera convenablement lorsqu'elle glissera sur les armatures fixes.

Trois bornes relient les armatures aux organes choisis des lampes amplificatrices.

Montage de l'amplificateur à résistances. — Tous les éléments de l'amplificateur étant constitués, on

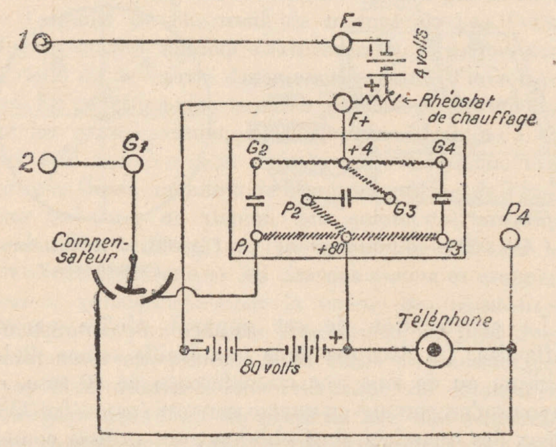


Fig. 234. — Montage de l'amplificateur à résistances.

monte l'appareil en s'inspirant du schéma de la figure 234 dont l'interprétation ne peut donner lieu à erreur.

On prendra soin, nous le répétons, de faire toutes les connexions aussi courtes que possible et en évitant de faire voisiner ou chevaucher les fils de liaison ; la mise de la table des résistances à l'intérieur du

coffret servant de support aux lampes favorisera d'ailleurs cet arrangement.

Les connexions de la table aux différents organes des lampes sont faites en fil de cuivre de 1/2 mm. de diamètre isolé à la soie (deux couches) ; préalablement fixées aux bornes de la table, elles sont amenées sur le socle à travers les petits canaux préparés à cet effet, tendues le plus possible et solidement raccordées à leur borne d'attache.

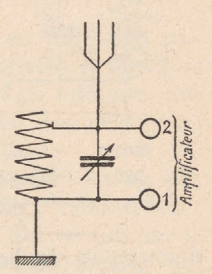


Fig. 235. — Utilisation de l'amplificateur sur bobine à 1 curseur.

Les conducteurs reliant les diverses batteries aux appareils doivent être également très courts ; ils seront de gros câble (15 à 20/10 environ) et soigneusement isolés.

Les accumulateurs de chauffage auront au moins une capacité de 40 ampères-heure et devront être parfaitement chargés. Ils seront isolés du sol.

Bien que cela ne soit pas absolument indispensable, l'emploi d'un rhéostat de chauffage est à recommander pour assurer aux filaments des lampes le degré de température le plus efficace.

Le téléphone à utiliser sera de préférence un téléphone de grande résistance, de 3 000 à 4 000 ohms par exemple, quoique de bons résultats puissent être obtenus avec des écouteurs plus ordinaires.

On peut, à volonté, placer un milliampèremètre dans le circuit de plaque de la dernière lampe, cet instrument permet de contrôler la présence d'oscillations entretenues dans le circuit de l'amplificateur. La naissance — l'accrochage comme on dit plus souvent — de ces oscillations est marquée, en effet,

par une diminution du courant continu qui traverse l'appareil de mesure ; la présence du milliampèremètre dans le circuit-plaque ne gêne en rien le fonc-

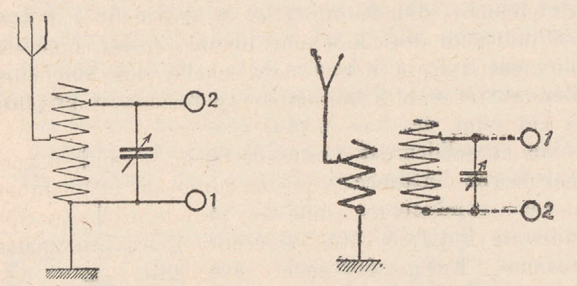


Fig. 236. — Utilisation sur bobine à deux curseurs.

Fig. 237. — Utilisation sur transformateur d'induction.

tionnement régulier de l'amplificateur, la self de son enroulement favorise même, dans une certaine mesure, l'accrochage des oscillations.

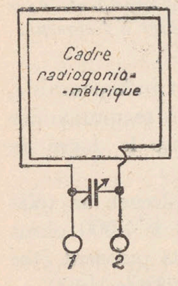


Fig. 238. — Utilisation sur cadre.

Les bornes 1 et 2 de l'amplificateur à résistances se relient directement et par des conducteurs non torsadés aux deux extrémités de la self du circuit de réception ; la présence entre ces deux extrémités d'une capacité variable favorise dans la plupart des cas un réglage rapide.

Les schémas des figures 235, 236, 237 et 238 faciliteront aux amateurs le montage de l'amplificateur à résistances sur leur circuit de réception quel que soit le dispositif utilisé par eux.

Usage et réglage de l'amplificateur à résistances. — Si les connexions de l'amplificateur que nous

venons de décrire ont été établies très courtes, et si les petits condensateurs de liaison n'ont pas une capacité trop grande, on recevra avec lui toutes les longueurs d'ondes amorties ou entretenues depuis 800 m. ; pour des connexions longues et des capacités plus grandes, le début de l'échelle des longueurs d'ondes recevables remonte rapidement vers 1 000 et 1 200 m.

Sur antenne à deux brins de 60 m., l'appareil permet de recevoir tous les postes européens et quelques postes américains avec une très grande intensité. Sur cadre de 1 m. de côté, la réception des principales stations d'Europe est encore excellente.

Pour la réception des ondes amorties, il n'est pas nécessaire d'utiliser le compensateur ; celles-ci sont reçues alors avec leur son naturel. En créant par le jeu du compensateur des oscillations locales qui interfèrent avec les ondes amorties, on augmente considérablement l'amplification, mais la tonalité des signaux est légèrement déformée. Pour la réception des ondes entretenues, l'emploi du compensateur est indispensable.

L'accrochage des oscillations locales s'obtient en recouvrant plus ou moins une des armatures fixes avec l'armature mobile ; en général, c'est à l'armature reliée à la quatrième plaque qu'il y aura lieu d'opposer l'armature de grille.

Pour la réception des petites longueurs d'ondes, il est indispensable d'avoir un circuit de réception à résistance effective très faible, de préférence on choisira un circuit à forte self et à faible capacité (moins de 1 millième de microfarad) ; sur des circuits mal proportionnés, aucun accrochage d'oscillations ne pourrait être obtenu.

L'amplificateur à haute fréquence et à résistances

peut être suivi d'un amplificateur à basse fréquence utilisant au besoin les mêmes accumulateurs de chauffage et la même batterie de plaque ; la sensibilité à laquelle on parvient ainsi permet l'inscription des radiotélégrammes au *siphon recorder*.

Fig. 239. — Diagramme d'une table pour amplificateur à 7 étages.

L'utilisation de quatre lampes nous a paru largement suffisante pour un appareil destiné à un usage courant et dont il n'est pas indifférent de modérer la consommation ; un plus grand nombre de lampes augmenterait sans doute considérablement la portée et l'intensité des signaux, mais chaque filament dépensant environ 1/2 ampère de courant, la recharge des accumulateurs s'imposerait plus fréquemment. Le diagramme de la figure 239 permettra cependant à l'amateur curieux, que la dépense ne saurait arrêter dans ses recherches, la construction d'une table de résistances combinée pour un amplificateur à sept étages. Par contre, l'amateur qui ne disposerait que de trois tubes à vide pourra les utiliser avantageusement en suivant le croquis de la figure 240.

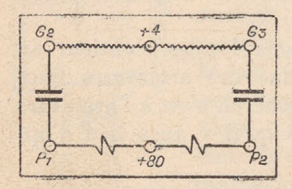


Fig. 240. — Diagramme d'une table pour amplificateur à 3 étages.

Quel que soit le nombre des lampes employées, le schéma de la figure 234 servira de guide pour le montage d'amplificateurs à résistances.

2° CONSTRUCTION D'UN AMPLIFICATEUR A BASSE FRÉQUENCE A TRANSFORMATEURS

La figure 241 représente le schéma d'un amplificateur à basse fréquence utilisant pour le couplage des lampes de petits transformateurs d'induction.

En dépit du mystère dont ce type d'amplificateur

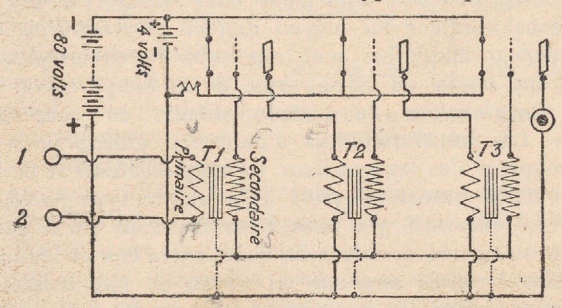


Fig. 241. — Schéma d'un amplificateur à basse fréquence à transformateurs.

fut entouré durant la guerre, sa construction ne présente aucune difficulté et son emploi par les amateurs de T. S. F. est de beaucoup antérieur à l'armistice.

L'appareil peut être utilisé seul dans un circuit de réception comprenant un détecteur ; il peut être monté à la place occupée par le téléphone, à la suite de l'amplificateur à haute fréquence ou avec le dispositif hétérodyne que nous avons précédemment décrits

Avec ses trois étages il amplifie cent vingt-cinq fois environ.

Nous ne reviendrons pas, pour les détails de construction de cet amplificateur, sur les explications déjà données à propos de l'amplificateur à haute fréquence et qui seraient de nature à trouver ici une nouvelle application ; le lecteur consultera pour confectionner les supports des lampes, la boîte-socle, le rhéostat de chauffage, pour fixer les connexions et grouper les éléments des batteries, les chapitres précédents où cette matière a déjà été traitée. Le seul organe nouveau dont nous nous occuperons est le transformateur au moyen duquel les variations de courant amplifiées sont reportées du circuit-plaque d'une lampe au circuit-grille de la lampe suivante.

Construction de transformateurs de couplage. — Les transformateurs d'induction utilisés pour le couplage des lampes dans les amplificateurs à B. F. sont des transformateurs à noyau du type *fermé.*

Le dispositif que nous recommandons est à deux enroulements de même fil, isolés entre eux et bobinés *dans le même sens* sur un noyau de tôle feuilletée (pour éviter les courants de Foucault) ou sur un faisceau de fils de fer.

Chaque enroulement devant avoir une résistance appropriée au circuit dans lequel il est intercalé, l'enroulement primaire du transformateur T_1 monté dans le circuit d'un détecteur à cristaux pourra avoir une résistance de 300 ohms, tandis que l'enroulement secondaire placé dans le circuit filament-grille pourra avoir une résistance *dix fois plus élevée.* Ainsi le nombre d'ampères-tours étant dix fois plus grand dans l'induit cue dans l'inducteur, les variations d'intensité initiales y prendront une valeur dix fois supérieure ; cette considération a son importance, en dehors même

du pouvoir amplifiant de la lampe, puisque plus la valeur du potentiel de grille est élevée, plus grande est la variation du courant dans le circuit de plaque ou d'utilisation.

Pour les transformateurs T_2 et T_3, une résistance de 300 ohms aux primaires et une résistance de 1 500 ohms aux secondaires donneront un rapport de transformation suffisant et avantageux.

Ces valeurs ne sont pas nécessairement obligatoires et l'amateur pourra confectionner différents modèles de transformateurs pour des essais comparatifs ; il pourra établir, par exemple, des enroulements primaires ayant une résistance comprise entre 300 et 2 000 ohms et des enroulements secondaires ayant une résistance comprise entre 1 500 et 10 000 ohms.

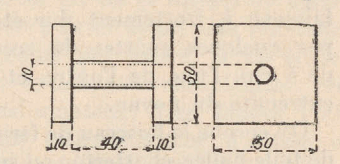


Fig. 242. — Carcasse d'un transformateur.

Les valeurs auxquelles nous nous sommes arrêté satisfont à la fois à un très bon rendement et à un prix de revient peu élevé.

Carcasse. — On se procurera, pour la confection de chaque petit transformateur, une bobine en bois ayant à peu près les dimensions indiquées sur le croquis de la figure 242.

A défaut de bobine, on découpera dans une planchette de bois de 1 cm. d'épaisseur deux carrés de 5 cm. de côté qu'on percera ensuite en leur centre d'une lunette de 1 cm. de diamètre et qui serviront de joues pour maintenir les enroulements du transformateur autour du noyau feuilleté.

Noyau. — Le noyau peut être constitué très sim-

plement par des tiges de fil de fer de 1/2 mm. de diamètre et de 19 cm. de longueur, isolées entre elles par une légère couche de vernis à la gomme laque et assemblées en un faisceau de 1 cm. de diamètre (fig. 243).

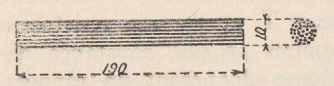


Fig. 243. — Faisceau de fer doux.

Les joues de garde des enroulements sont embrochées sur ce faisceau à frottement dur et au besoin maintenues par quelques gouttes de seccotine à une distance de 4 cm. l'une de l'autre, et à 6 cm. 1/2 de chaque extrémité du noyau.

On enrobe le faisceau de fer doux sous deux couches de toile huilée, chatterton ou sparadrap, afin de l'isoler

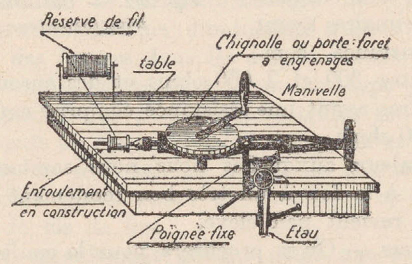


Fig. 244. — Bobinage d'un enroulement.

parfaitement de l'enroulement primaire qui se bobine immédiatement par-dessus.

Bobinage. — Le dessin de la figure 244 illustre un procédé commode pour la confection rapide et régulière des enroulements de chaque petit transformateur.

Entre les mâchoires d'un étau à griffes est fixée, dans la position horizontale, une chignolle américaine à engrenages dont le porte-foret maintient

le faisceau de fils de fer muni des joues de garde de telle façon que le mouvement de la chignolle imprime à la carcasse du transformateur une rotation rapide et régulière autour de son axe.

La bobine portant la réserve de fil à enrouler est embrochée, en face et à hauteur de la carcasse à bobiner, sur une potence-dévidoir autour de laquelle elle doit pouvoir tourner très librement. Le fil que nous conseillons d'utiliser est de la rosette de cuivre de 8/100 isolée à la soie ; ce fil ayant une résistance approximative de 3 ohms par mètre, il en faudra environ 100 m. pour constituer l'enroulement primaire de chaque transformateur; il en faudra 1 000 pour le secondaire du transformateur d'entrée et 500 pour chacun des secondaires des deux autres transformateurs.

Les joues de la carcasse fixée sur la chignolle étant munies chacune de deux petites bornes sous lesquelles pend une connexion souple de 3 ou 4 cm. de longueur, on soude avec précaution l'extrémité du fil à bobiner à la connexion reliée à la borne réservée pour l'entrée de l'enroulement primaire et marquée P^1 ; après cela, on commence l'enroulement en imprimant avec la main droite un mouvement de rotation d'abord très lent, puis plus accéléré à la manivelle de la chignolle tandis que de la main gauche on guide le fil à bobiner en le maintenant délicatement entre le pouce et l'index.

Le bobinage doit se faire à tours jointifs et aussi régulièrement que possible ; il n'y a pas lieu cependant d'exagérer les précautions à prendre dans ce but, car le chevauchement accidentel de quelques spires ne saurait compromettre le bon rendement de l'appareil.

Lorsqu'on a commencé l'enroulement contre la joue

placée du côté de la main et qu'on arrive à la joue de droite, une première couche de fil recouvre la carcasse ; il est bon, avant de continuer l'enroulement, en allant cette fois de la droite vers la gauche, de protéger la première rangée de spires en l'enrobant dans une feuille de papier mince retenue par un onglet de papier gommé ; on poursuit l'opération sur le même rythme jusqu'à épuisement de la quantité de fil convenable, en prenant soin de ramener vers la joue de départ l'extrémité de l'enroulement afin de l'y souder à la borne de sortie P^2.

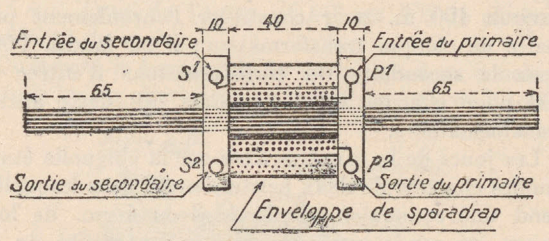


Fig. 245. — Coupe dans un transformateur.

L'enroulement primaire achevé, on le recouvre de deux ou trois couches de toile huilée et l'on procède au bobinage du secondaire exactement comme on a procédé à celui du primaire. Par-dessus ce second enroulement il est indispensable de disposer aussi une couverture protectrice faite de quelques couches de toile huilée ou de sparadrap.

La figure 245 représente la coupe d'un transformateur après cette phase de fabrication.

Fermeture du noyau. — Lorsque le bobinage est terminé, on procède à la fermeture du faisceau de fils de fer ; pour cela, on partage chacune de ses extrémités en deux portions égales qu'on rabat sur

les côtés du transformateur (fig. 246) afin de boucler les uns sous les autres les deux bouts de chaque fil

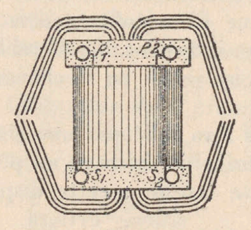


Fig. 246. — Fermeture du faisceau de fer doux (1re phase).

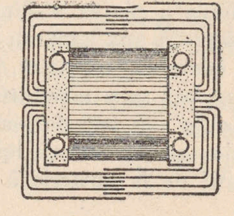


Fig. 247. — Fermeture du faisceau de fer doux (2e phase).

et de les maintenir par une solide ligature (fig. 247).

Le faisceau de fer doux forme alors autour des enroulements primaire et secondaire un double anneau rectangulaire constituant un noyau sans perte magnétique.

Paraffinage. — Le transformateur est ensuite plongé dans un bain de paraffine liquide où on le laisse séjourner deux heures (la température du bain doit être juste suffisante pour maintenir la fluidité du corps isolant) ; au bout de ce temps, on retire le transformateur, on le fait égoutter et ce n'est qu'après refroidissement complet, lorsque la paraffine a repris son aspect opaque qu'il est possible d'utiliser l'appareil.

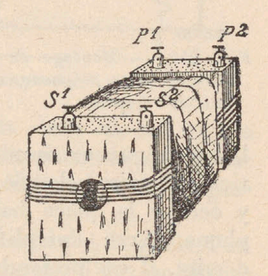


Fig. 248. — Transformateur de couplage terminé.

La figure 248 représente un tranformateur sous son aspect définitif.

Montage de l'amplificateur à basse fréquence. — On se reportera au schéma de la figure 241 pour monter l'amplificateur. Les transformateurs seront de préférence placés à l'intérieur d'un coffret servant de support aux lampes ; il sera indispensable d'établir des connexions courtes, bien isolées et ne se chevauchant pas sans nécessité.

Le fer des transformateurs sera relié par une connexion soudée sur quelques brins du faisceau au pôle positif de la batterie à haute tension ; cette disposition évitera la production d'oscillations de basse fréquence qui feraient siffler l'amplificateur lorsque par suite d'un courant de chauffage un peu fort l'amplification devient très grande.

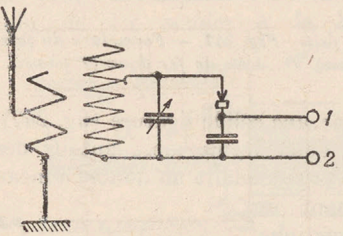


Fig. 249. — Montage de l'amplificateur à basse fréquence dans un circuit de réception.

L'amplificateur à basse fréquence se monte dans un circuit de réception ordinaire selon le diagramme de la figure 249 ; il y occupe la place habituellement réservée au téléphone. Avec l'amplificateur que nous venons de décrire, il est préférable que le détecteur utilisé soit un détecteur à cristaux de résistance moyenne (détecteur Duroquier, par exemple).

Lorsque l'amplificateur BF est branché à la suite de l'amplificateur à résistance décrit dans le chapitre précédent pour amplifier les signaux déjà amplifiés et détectés par celui-ci, les mêmes batteries de chauffage et de plaques peuvent être communes aux deux appareils ; toutefois, il est de beaucoup préférable

d'utiliser avec chaque amplificateur des batteries distinctes.

Intercalé dans le circuit de réception de notre dispositif hétérodyne (à la place du téléphone), les piles et accumulateurs utilisés par le dispositif ne peuvent pas servir en même temps à l'amplificateur.

Utilisation de la première lampe de l'amplificateur comme détecteur. — On peut utiliser la première lampe de l'amplificateur à basse fréquence pour

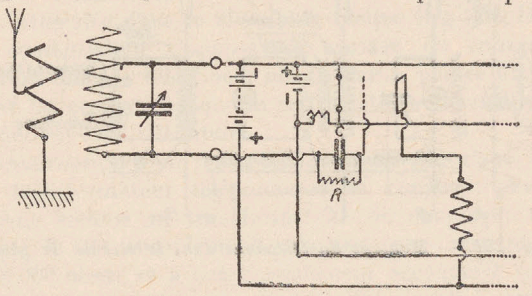


Fig. 250. — Utilisation d'une lampe comme détecteur.

détecter les oscillations ; mais dans ce cas on ne dispose plus que des deux dernières lampes pour l'amplification qui se trouve réduite dans la proportion de 1/3 environ.

L'utilisation d'une lampe détectrice à la place d'un détecteur à cristal offre l'avantage d'une meilleure syntonie et d'un réglage tout à fait stable, elle exige toutefois une installation plus compliquée et plus dispendieuse. La sensibilité d'une lampe détectrice est égale à celle d'une bonne galène et la dépasse même pour la réception des petites ondes, mais lui est très inférieure pour la réception des ondes au-dessus de 200 m.

Pour réaliser la détection des signaux au moyen

de la première lampe de l'amplificateur, il suffit de supprimer le transformateur d'entrée et de disposer, selon le schéma de la figure 250, un petit condensateur shunté ($C = \frac{1}{100\,000}$ de microfarad ; $R = 4$ mégohms) sur le circuit de la première grille, l'agencement des autres lampes restant sans modification.

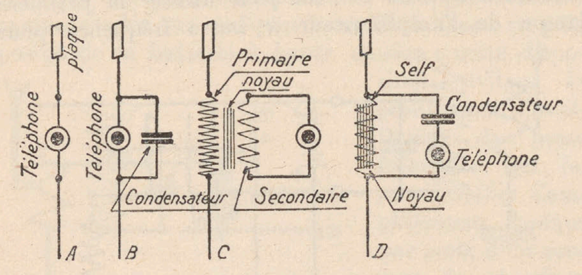


Fig. 251. — Montage du téléphone dans le circuit de plaque.

Branchement du téléphone dans le circuit de plaque. — Le plus souvent l'écouteur téléphonique est *directement* intercalé dans le circuit de plaque de la dernière lampe de l'amplificateur (fig. 251, A) ; pour un écouteur à la fois sensible et robuste, c'est la disposition qu'il convient d'adopter comme étant la plus avantageuse, celle qui assure le maximum d'intensité à la réception.

On améliore parfois très sensiblement le rendement d'un amplificateur en shuntant le téléphone au moyen d'un condensateur de 1/2 à 3 millièmes de microfarad, ce condensateur favorise le passage d'oscillations que la self de l'écouteur téléphonique pourrait contrarier (fig. 251, B).

Lorsque le téléphone est directement branché dans le circuit de plaque, il est continuellement parcouru,

même en l'absence de toute oscillation, par le courant de la batterie à haute tension et l'effet de ce courant en polarisant les aimants de l'écouteur peut à la longue affaiblir sa sensibilité. On remédie à cet inconvénient soit en montant le téléphone sur le secondaire d'un transformateur spécial dont le primaire est intercalé dans le circuit de plaque (fig. 251, C), soit en mettant l'écouteur en série avec une capacité de 3 à 4 millièmes de microfarad aux bornes d'une self intercalée dans le circuit de plaque (fig. 251, D). Le condensateur s'oppose au passage du courant continu dans le téléphone, mais y laisse passer librement les oscillations que la self arrête, au contraire, et dérive vers l'écouteur.

Construction d'un transformateur téléphonique. — Un transformateur téléphonique se construit exactement comme un transformateur de couplage; on donne à son enroulement primaire une résistance de 3 000 ohms et à son enroulement secondaire une résistance variable suivant l'écouteur utilisé, mais assez généralement voisine de 300 ohms. L'enroulement primaire destiné au circuit de plaque est celui qui se bobine directement sur le faisceau de fer doux, il est avantageux de le faire en fil de cuivre de 8/100 (environ 1 000 m.) isolé à la soie ; quant à l'enroulement secondaire, on peut le constituer avec 300 m. de fil de cuivre de 20/100 également isolé à la soie.

La self aux bornes de laquelle se branchent en série le téléphone et le condensateur de 3 millièmes de microfarad peut être remplacée par le primaire du transformateur téléphonique.

Excellents pour prévenir la détérioration des écouteurs téléphoniques délicats, ces dispositifs présentent, par contre, l'inconvénient de diminuer assez sensiblement l'intensité des signaux perçus.

CHAPITRE VIII

ENREGISTREMENT DES RADIOTÉLÉGRAMMES

CONSTRUCTION DE RELAIS (RELAIS ORDINAIRE, RELAIS POLARISÉ, RELAIS A CADRE)

La réception des radiotélégrammes se fait aujourd'hui, presque exclusivement au son, l'opérateur de T. S. F. traduisant immédiatement en lettres ou en chiffres les bruissements longs ou brefs qui révèlent les signaux hertziens dans les écouteurs téléphoniques.

Cette méthode est d'ailleurs plus simple, plus rapide et offre une plus grande sécurité que le procédé de l'enregistrement graphique ; elle permet aussi, en raison de l'extrême sensibilité du récepteur téléphonique, des portées de communication beaucoup plus importantes.

Cependant, de nombreux amateurs venus tard à la télégraphie nouvelle demeurent absolument rebelles à la lecture au son ; leur oreille paresseuse ne parvient pas à suivre la cadence des signaux entendus ou ne distingue pas le rythme musical qui caractérise chacun d'eux. Pour ces déshérités, la réception graphique demeure obligatoire.

La puissante énergie dépensée à l'émission par les grandes stations modernes et la possibilité d'aug-

menter considérablement la valeur des courants de résonance au poste de réception en utilisant les lampes amplificatrices, rendent possible l'inscription des messages de T. S. F. aux plus grandes distances. Nous n'en déduirons pas, toutefois, que l'enregistrement généralisé des radiotélégrammes est une expérience pratique, à la portée de simples amateurs et nous bornerons, dans ce chapitre, notre contribution à la réception graphique aux limites d'un programme comprenant seulement l'inscription au Morse des dépêches de la Tour Eiffel et de deux ou trois stations de même importance.

L'enregistrement des signaux émis par les postes radiotélégraphiques de Paris, de Nantes, de Lyon ou de Nauen (Allemagne) est, en France, une expérience relativement aisée, lorsqu'on dispose d'une antenne convenablement accordée et d'un *relais* sensible.

Le relais est l'âme de tout dispositif enregistreur ; son rôle est d'ouvrir et de fermer un circuit local actionnant un appareil Morse, sous la faible impulsion d'un courant détecté.

Un relais peut être assez justement comparé à un distributeur automatique dans lequel un choc imperceptible suffit pour déclencher un mouvement important : un courant électrique inférieur à quelques microampères commande, par son intermédiaire, un circuit électromoteur un million de fois plus puissant.

Un bon relais doit obéir fidèlement à l'impulsion initiale et reprendre son équilibre de repos aussitôt que cette impulsion a disparu.

On réalise des relais électriques de trois façons différentes :

a) En utilisant l'attraction d'une palette de fer doux — ou sa répulsion — par un *électro-aimant* pour

fermer le circuit d'une pile sur un appareil enregistreur.

b) En combinant, dans le même but, le double effet de l'attraction et de la répulsion d'une palette en présence d'*aimants permanents* et de bobines magnétisantes.

c) En profitant enfin de la répulsion produite par l'*action d'un courant* sur un aimant.

De là, trois sortes de relais : le *relais ordinaire*, le *relais polarisé* et le *relais à cadre*. Ces différents types conviennent également pour la T. S. F., leur sensibilité dépendant presque uniquement de l'établissement judicieux des constantes de leurs organes respectifs.

A. Construction d'un relais ordinaire. — L'appareil que représente la figure 252 est un relais Hidou-

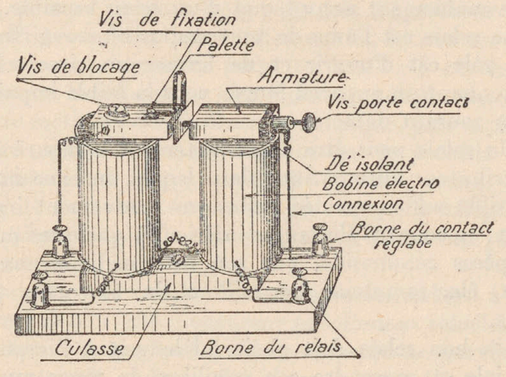


Fig. 252. — Relais ordinaire système Hidouville.

ville de construction peu compliquée et très sensible. Convenablement réglé, il peut assurer une bonne inscription des radiotélégrammes lorsque la valeur du courant détecté atteint 40 microampères et si la

cadence de manipulation ne dépasse pas celle d'une transmission de mille mots à l'heure.

Le dispositif comprend deux électro-aimants droits entre les pièces polaires desquels est suspendue une palette de fer doux reliée magnétiquement à l'un des pôles et susceptible de venir toucher un contact

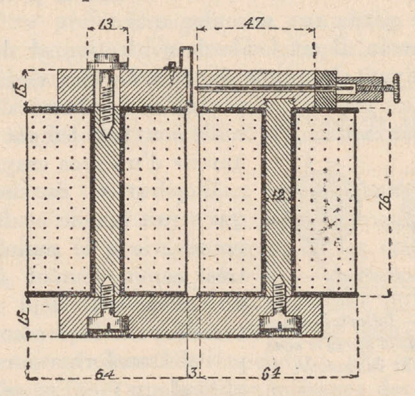


Fig. 253. — Relais ordinaire vu en coupe.

réglable affleurant l'autre pôle pour fermer un circuit électromoteur actionnant un second relais, un avertisseur ou un appareil Morse. Les électro-aimants sont montés de telle façon qu'un double effet de répulsion et d'attraction agisse sur la palette pour la déplacer dans l'entrefer qui sépare les armatures polaires, dès qu'un courant traverse les enroulements.

La figure 253 représente une coupe du relais laissant voir le détail d'assemblage des différentes parties de l'appareil.

Bobines des électro-aimants. — Ce sont les pièces capitales du relais ; chaque bobine est constituée par un enroulement ordinaire comprenant environ 40000 spires

de fil de cuivre de 14/100 de millimètre de diamètre isolé à la soie et pesant environ 600 grammes.

Les carcasses des bobines peuvent être faites avec deux tubes de carton mince de 12 mm. de diamètre intérieur et 76 mm. de longueur, munis à leurs extrémités de rondelles de carton destinées à servir de joues de garde aux enroulements.

Au besoin, il est facile de confectionner des tubes rigides ayant les dimensions indiquées ci-dessus en enroulant une bande de papier bulle convenablement encollée autour d'un gros crayon.

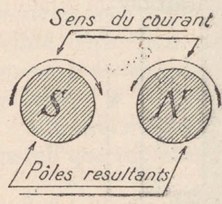


Fig. 254. — Détermination d'un noyau d'après le sens du courant inducteur.

L'opération du bobinage, qui serait longue et fatigante poursuivie à la main, se fait très commodément à l'aide du dispositif déjà recommandé pour la confection des petits transformateurs d'amplificateurs ; ce procédé, qui utilise un porte-foret américain maintenu dans un étau pour entraîner une carcasse cylindrique, permet d'enrouler régulièrement et rapidement de grandes longueurs de fil.

Le sens d'enroulement doit être différent d'une bobine à l'autre pour que le passage du courant y détermine des pôles contraires.

Le diagramme de la figure 254 permet de trouver la polarité induite aux extrémités d'un noyau magnétique par un enroulement de sens connu et réciproquement de fixer le sens d'un enroulement devant induire aux extrémités d'un noyau des pôles déterminés : *autour d'un pôle sud, vu en dessus, le courant s'écoule dans le sens des aiguilles d'une montre, tandis qu'autour d'un pôle nord, il circule en sens inverse.*

Faisant application de cette règle, connue aussi sous le nom de Loi d'Ampère, on enroulera de gauche à droite la première bobine du relais et de droite à gauche la seconde bobine.

En prévision d'une rupture accidentelle, qui pourrait être irréparable, les extrémités des enroulements doivent être prolongées par une connexion souple arrêtée sur la joue inférieure de chaque carcasse.

Il est également prudent de recouvrir les bobines terminées avec une feuille de sparadrap ou un ruban collé afin de les mettre à l'abri d'un choc ou d'une éraflure.

La résistance totale des deux enroulements dépassant à peine 5 000 ohms, c'est dans un montage en série qu'il sera le plus avantageux de les utiliser.

Noyaux, culasse, pièces polaires. — La confection des pièces formant l'armature magnétique du relais, n'est pas une épreuve de mécanique de haute précision ; ce travail demande cependant une certaine habileté manuelle et quelque connaissance des procédés d'ajustage.

L'adhérence mutuelle de la culasse, des noyaux et des épanouissements polaires devant être aussi parfaite que possible, il est indispensable de calibrer exactement les parties à assembler ; un raccord défectueux dans l'armature de fer doux déterminerait des pertes suffisamment importantes pour compromettre le bon fonctionnement de l'appareil.

L'amateur trop modestement outillé confiera à un serrurier habile le dressage, le taraudage et le filetage des gros éléments composant l'ossature du relais. Ces éléments seront établis en fer très doux, réduit à la forge et refroidi lentement pour éviter la trempe.

Le noyau de chaque électro est un barreau de 12 mm. de diamètre. Celui de la bobine de gauche

(fig. 253) mesure exactement 76 mm. de longueur; ses deux bases portent en leur centre une cavité taraudée dans laquelle vient loger le pied d'une vis en fer par l'intermédiaire de laquelle le noyau se fixe sur la culasse et l'épanouissement polaire sur le noyau. Le barreau de la seconde bobine est légèrement plus long, il mesure 80 mm. ; son sommet est muni d'un pas de vis de 4 mm. ayant sa contre-partie dans l'armature polaire qui le surmonte.

La culasse est une réglette de 67 mm. de longueur sur 15 mm. de côté (fig. 255). Les vis en fer qui la tra-

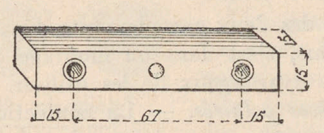


Fig. 255. — Culasse supportant les électro-aimants.

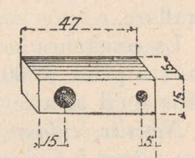


Fig. 256. — Armature polaire mobile.

versent aux deux bouts pour pénétrer dans la base des noyaux doivent pouvoir être serrées à bloc et encastrées dans l'épaisseur du métal.

Les épanouissements polaires sont constitués par deux petits parallélépipèdes rectangles de 47 mm. de longueur, découpés dans le barreau de fer doux qui a donné la culasse.

L'épanouissement destiné à la première bobine est traversé à l'une de ses extrémités par un canal plus large de 3 mm. que le pied de la vis qui bloque la pièce sur le noyau polaire (fig. 256); cette disposition permet de diminuer ou d'augmenter un peu l'espace compris entre les pôles de l'électro-aimant par déplacement de l'épanouissement sous l'écrou de blocage.

Une petite vis placée à 5 mm. de l'autre bout de

la pièce polaire y sert d'attache à une palette vibrante portant un contact doré ou platiné.

La seconde armature (fig. 257) est prolongée par un dé de bois ou d'ébonite collé à la seccotine ; un tunnel de 3 mm. de diamètre la traverse dans toute sa lon-

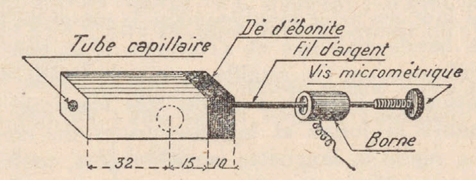


Fig. 257. — Armature polaire fixe et dispositif de contact réglable.

gueur et renferme un tube isolant où peut glisser à frottement doux un fil d'argent porté par une vis micrométrique. La pointe du fil émergeant dans

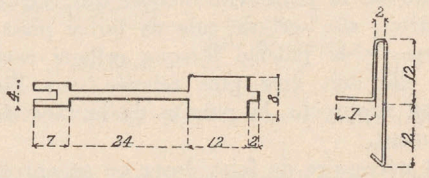


Fig. 258. — Palette vibrante.

l'entrefer au voisinage de la palette platinée constitue le contact réglable du relais.

Une borne ordinaire peut servir de dispositif de réglage micrométrique, à condition que les filets de la vis de tête soient serrés et ne glissent pas trop librement dans leurs rainures ; un déplacement lent et régulier du fil de contact, une stabilité parfaite du réglage sont en effet de rigueur.

La palette vibrante que représente en plan et de

profil la figure 258 est découpée dans une plaque de tôle de Suède provenant d'un écouteur téléphonique. Un ruban de 4 cm. de longueur et 8 mm. de largeur est battu copieusement sur une petite enclume avec un martelet. Il n'y a pas à craindre de frapper fort, mais il faut marteler régulièrement le métal de façon que la bande s'allonge et s'élargisse d'un bon tiers sans déformation. On retaille ensuite le feuillard que l'opération du battage a rendu très élastique pour lui donner la forme et les dimensions du croquis, puis on replie la languette sur elle-même, conformément au profil représenté.

La fourchette qui termine la queue de la palette, destinée à être engagée plus ou moins sous la petite vis placée au bord de l'armature polaire, permet de fixer la palette plus ou moins près de la face de l'épanouissement ; quant à la dent découpée à l'autre extrémité de la lame vibrante et qui est repliée à angle droit, elle sert de cale de butée pour limiter la course de la palette lorsque celle-ci revient au repos ; elle doit être plus relevée vers l'intérieur lorsqu'on rapproche la palette de la face de l'épanouissement.

Il est nécessaire de faire dorer ou argenter la surface de la lame vibrante qui doit venir en contact avec la pointe mousse du fil d'argent, afin qu'une liaison électrique parfaite s'établisse instantanément entre eux.

Lorsque les différentes parties du relais sont assemblées, on fixe l'appareil sur un socle mesurant 16 cm. sur 8 au moyen d'une vis ou d'une tige à écrou traversant la culasse en son milieu, soit en collant celle-ci simplement sur la planchette, soit en la coinçant entre deux taquets de bois dur.

Deux bornes respectivement reliées au fil d'entrée

de la première bobine et au fil de sortie de la seconde constituent les bornes du relais.

Deux autres bornes sont reliées l'une à l'épanouissement polaire qui porte la lame vibrante, l'autre au dispositif de réglage du fil d'argent ; ce sont les bornes destinées à être insérées dans le circuit de l'appareil enregistreur.

Fonctionnement et réglage du relais. — Le fonctionnement du relais décrit dans le précédent numéro

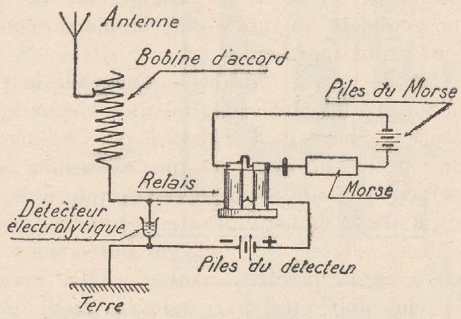


Fig. 259. — Montage du relais dans un circuit de réception.

est très simple. Quand un courant traverse les électro-aimants bobinés en sens inverse, il induit un pôle sud autour de l'épanouissement qui porte la palette et un pôle nord autour de l'épanouissement que traverse le fil d'argent ; la palette prend une polarité de même nom que celle de son support et se trouve repoussée par lui (deux pôles de même nom se repoussent), elle est au contraire attirée par l'armature qui possède une polarité différente (deux pôles contraires s'attirent) ; il en résulte un déplacement de la palette vers l'extrémité du fil d'argent.

D'une manière générale, il ne faut donner à l'espace

compris entre les épanouissements polaires qu'une largeur de 2 à 3 mm. au maximum.

La palette se trouve favorablement placée à 1 mm. ou 1 mm. 1/2 de la face de l'armature à laquelle elle est reliée ; quant à l'extrémité du fil d'argent, il ne doit pas être distant de la palette de plus de 2 à 3/10 de millimètre.

Il faut que la tige recourbée servant de ressort à

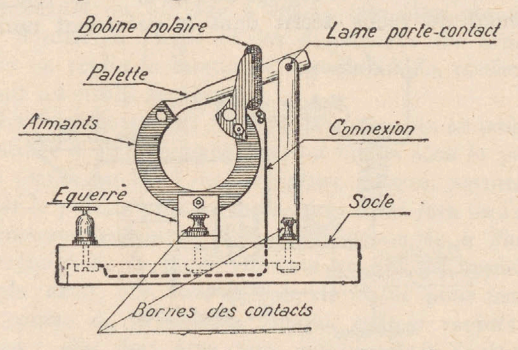


Fig. 260. — Relais polarisé vu de profil.

la palette lui assure un retour rapide contre l'armature lorsque le courant impulseur a cessé d'agir ; mais il est non moins nécessaire qu'elle n'oppose pas à son départ une résistance exagérée qui diminuerait considérablement la sensibilité de l'appareil.

Quelques tâtonnements précéderont inévitablement une bonne mise au point du relais ; que l'amateur n'en soit point découragé, sa patience et ses soins ne peuvent manquer de triompher.

La figure 259 reproduit le schéma de montage très simple qui nous donne, sur une antenne de 60 m. à 3 brins, haute de 15 m. environ, une bonne réception au Morse des signaux de la Tour Eiffel à 300 km.

de Paris. En utilisant un amplificateur à basse fréquence pour augmenter l'intensité du courant détecté, on peut réduire les dimensions du collecteur d'ondes et étendre la portée de réception graphique d'une émission.

B. Construction d'un relais polarisé. — La figure 260 représente un relais polarisé entièrement construit avec les éléments d'un écouteur téléphonique. La sensibilité de cet appareil pour être moindre que celle du relais précédent n'en est pas moins très grande et pourrait suffire, au voisinage d'une puissante station, pour équiper un dispositif d'enregistrement des radiotélégrammes de cette station. C'est en tout cas un modèle recommandable, vu sa simplicité et son faible prix de revient, pour la réalisation d'expériences de démonstrations dans les salles de cours et les laboratoires ou pour doubler un premier relais trop délicat pour être directement utilisé dans un circuit électro-moteur important.

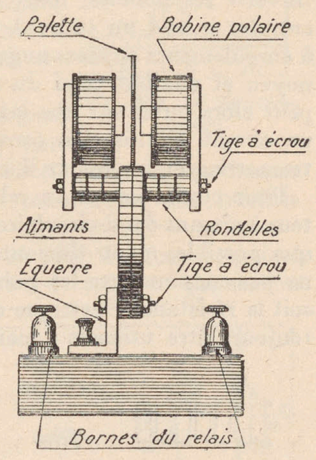


Fig. 261. — Relais polarisé vu de face.

La figure 261 représente de face le relais polarisé et montre les détails de l'appareil invisibles sur la figure 260.

Sur un socle mesurant 12 cm. de longueur et 65 mm.

de largeur est maintenu verticalement le double aimant demi-circulaire d'un écouteur téléphonique dont les bobines inductrices ont été montées en regard l'une de l'autre sur un même pôle. Une languette de fer doux reliée magnétiquement à l'autre pôle reste en équilibre entre les épanouissements polaires qui l'attirent également autant que nul courant ne traverse les bobines, mais se déplace dans le faible entrefer quand un courant passant dans les bobines à enroulements opposés augmente le magnétisme d'un noyau et affaiblit celui du noyau voisin. La palette peut alors buter sur une lame à contact pour fermer un circuit d'utilisation comprenant une source électromotrice et un appareil enregistreur.

Pour confectionner ce relais, on choisira un écouteur à aimant demi-circulaire, à double barreau autant que possible, qu'on démontera avec précaution pour ne pas endommager les bobines polaires. Quelle que soit la résistance électrique de celles-ci, elles pourront toujours être utilisées ; mais il est plus avantageux de disposer d'enroulements ayant une résistance comprise entre 500 et 2 000 ohms. La forme des noyaux, plate ou cylindrique, est absolument indifférente.

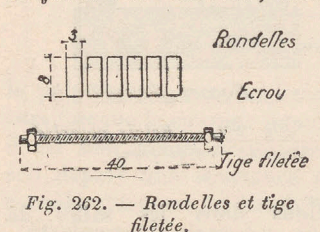


Fig. 262. — Rondelles et tige filetée.

Avec un écouteur à double aimant, il sera de la plus grande importance de ne pas déranger l'assiette des barreaux, les pôles de même nom devant rester assemblés.

Les bobines polaires munies de leur noyau et de leur patte de fixation seront montées face à face sur le même pôle au moyen d'une tige à écrous embro-

chant également 4 ou 6 rondelles de fer doux (fig. 262) destinées à maintenir un écart de 2 à 3 mm. entre les épanouissements polaires tout en assurant leur liaison magnétique avec l'aimant.

A l'aide d'une petite équerre découpée dans une bande de laiton et ayant les dimensions indiquées sur les dessins de la figure 263, on fixera ensuite l'aimant équipé sur un socle préparé à l'avance suivant le croquis de la figure 264.

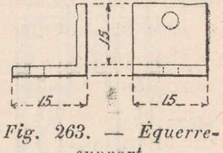


Fig. 263. — Équerre-support.

Les trous marqués des signes + et — sur la planchette sont destinés au logement des vis de fixation des bornes auxquelles aboutiront les connexions des bobines du relais.

Le canal R est réservé au pied du bouton moleté qui maintiendra l'équerre sur le socle et qui servira de borne au contact de la palette.

En R′ un second bouton moleté, également utilisé comme borne, soutiendra la lame portant le deuxième contact du dispositif.

Fig. 264. — Socle du relais polarisé.

Les quatre œillets rangés transversalement sur le socle serviront au passage des connexions reliant les bobines polaires aux bornes du relais et qu'il est plus élégant de raccorder sous la planchette.

Les signes + et — marqués sur le croquis sont une indication tout à fait arbitraire, la polarité exacte

des bornes du relais devra être trouvée par expérience ; cette recherche sera d'ailleurs fort simple : pour un sens défectueux du circuit d'excitation, les contacts ne se rapprocheront pas.

Les bobines polaires se montent en parallèle d'après

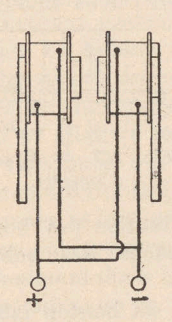


Fig. 265. — Connexions des bobines polaires montées en parallèles.

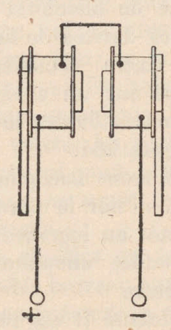


Fig. 266. — Connexions des bobines polaires montées en série.

le schéma de la figure 265 lorsque leur résistance dépasse 1 000 ohms par unité ; dans le cas contraire, il est préférable de les relier en série selon le schéma de la figure 266.

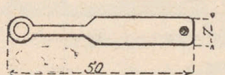


Fig.267.—Palette vibrante avec plot de contact.

La palette que représente la figure 267 est découpée dans la plaque vibrante du téléphone ; elle sera battue ou laminée pour acquérir une bonne élasticité. Un œillet percé à son extrémité la plus étroite sert à la fixer par un écrou au pôle libre de l'aimant.

La partie large de la languette sera dorée ou argentée à moins qu'elle ne porte un petit rivet

d'argent ; elle doit passer exactement dans l'entrefer des noyaux et venir croiser quelques millimètres en avant une lame flexible (fig. 268) portant aussi un plot de contact.

Cette lame, visible sur la figure 260, a été omise intentionnellement sur la vue de face du relais où sa représentation eût embrouillé le dessin.

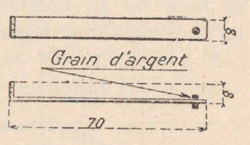


Fig. 268. — Lame porte-contact.

Réglage du relais polarisé. — Le réglage du relais porte essentiellement sur le fonctionnement de la palette et sur la distance séparant les contacts.

Ce que nous avons dit relativement à la flexibilité de la palette du premier relais s'applique encore intégralement à celle de la palette du relais polarisé : plus la tige formant ressort sera souple, plus l'attrac-

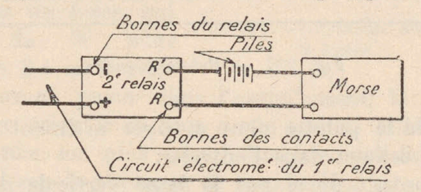


Fig. 269. — Réception graphique avec double relais.

tion et la répulsion magnétiques auront d'effet sur la lame, mais, par contre, moins sera rapide le retour au repos. Pour l'enregistrement d'une émission à cadence accélérée il y aura avantage à sacrifier un peu de la sensibilité à la vitesse, surtout lorsque le relais polarisé ne sera utilisé qu'en second avec un relais de front très sensible.

Il est très difficile d'assurer l'équilibre d'une lan-

guette magnétique souple entre deux épanouissements polaires de même nom ; mais il n'y aura aucun inconvénient à laisser celle de l'appareil s'appuyer *légèrement* contre le noyau situé du côté opposé au déplacement utile, une mince feuille de papier collée sur la face de la palette empêchera celle-ci d'adhérer au noyau. Une légère déformation imprimée à la

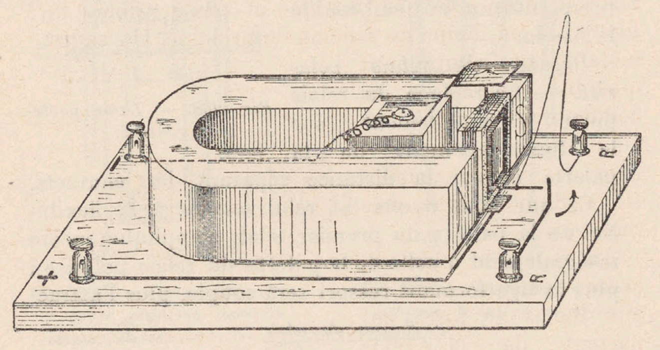


Fig. 270. — Relais à cadre.

queue de la palette peut corriger aisément la position de celle-ci dans l'entrefer.

Le contact porté par la lame verticale doit être très voisin du contact mobile. Pour rapprocher ou pour éloigner l'un de l'autre les deux contacts, il suffit de faire pivoter insensiblement le relais autour du pied du bouton moleté qui cale le dispositif sur le socle.

La figure 269 indique la position que doit occuper le relais polarisé dans un montage de réception graphique utilisant deux relais.

C. Construction d'un relais a cadre. — Le relais à cadre est incontestablement le plus sensible

des relais ; il est aussi le plus commode à construire pour un amateur habile et son prix de revient se borne à peu près à l'achat d'un aimant. Cet appareil utilise, pour amener deux contacts à se toucher, l'action répulsive d'un champ magnétique sur une boucle mobile où circule un courant.

La figure 270 représente un modèle simplifié de relais à cadre à la fois pratique et très sensible ; la figure 271 en donne un schéma de principe. Un cadre rectangulaire comprenant quelques spires de fil conducteur est monté en équilibre sur deux pivots dans le champ magnétique d'un aimant très puissant.

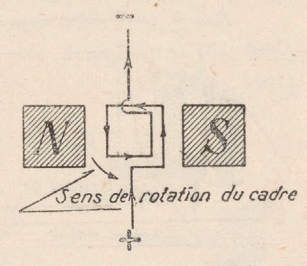


Fig. 271. — Principe du relais à cadre.

Au repos, le plan du cadre demeure parallèle aux lignes de force qui partent de N pour aboutir en S ; mais sitôt qu'un courant passe dans l'enroulement, le cadre dévie pour orienter *sa face droite vers le pôle nord* et permettre au plus grand nombre possible de lignes de force de traverser sa boucle. (La face droite du cadre est celle qu'aurait à sa droite un nageur entraîné par le courant et regardant vers l'intérieur du cadre.)

Une légère tige d'argent est montée sur le cadre et dévie avec lui ; elle vient buter ainsi sur un contact fixe pour fermer un circuit électromoteur.

Pour construire un relais à cadre, on se procurera un ou plusieurs aimants à pôles peu écartés, c'est à-dire n'ayant pas plus de 2 cm. 1/2 d'entrefer. On place ces aimants les uns sur les autres en groupant

ensemble les pôles de même nom et au moyen de deux ou trois ligatures métalliques on les fixe solidement et à plat sur une planchette robuste.

Il est nécessaire que l'épaisseur totale des barreaux atteigne environ 2 cm. 1/2 afin que le cadre soit entièrement noyé dans le champ magnétique.

Le cadre est l'organe délicat du relais, sa confection exige quelques soins. On découpera dans un gros bouchon un carreau de liège mesurant 2 cm. de côté et 5 mm. d'épaisseur qui, convenablement évidé, pourra constituer sa carcasse.

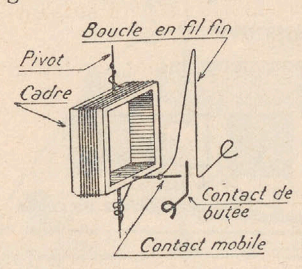


Fig. 272. — Cadre mobile complètement équipé.

Au centre de deux côtés opposés de cette minuscule caisse sans fond, on fixera deux courtes épingles de laiton ne mesurant pas plus de 6 ou 7 mm., traversant l'épaisseur de la mince paroi de liège de l'intérieur du cadre vers l'extérieur. Ces épingles seront les pivots du cadre et l'équilibre de ce dernier ne sera satisfaisant que si elles ont été rigoureusement montées dans l'axe de la carcasse.

On bobinera sur le cadre muni de ses pivots, dans le sens indiqué par le schéma de la figure 271, environ 65 m. de fil de cuivre de 6/100 de millimètre de diamètre, isolé à la soie ; du fil provenant d'un écouteur téléphonique de 6 à 8000 ohms de résistance conviendra parfaitement pour faire cet enroulement.

La résistance électrique du cadre sera à peu près de 350 ohms.

Les deux extrémités du fil bobiné seront minu-

tieusement dénudées et chacune d'elles sera enroulée en deux ou trois spires à la base d'un pivot et mise en bon contact avec lui par un imperceptible grain de soudure (fig. 272).

A l'aide d'un pinceau très fin on passera une légère couche de vernis à la gomme laque sur l'enroulement, en évitant soigneusement de répandre du liquide isolant sur la pointe des pivots.

Le support du cadre sera ensuite préparé en s'inspirant du dessin de la figure 273.

Ce support est formé par deux lames de laiton

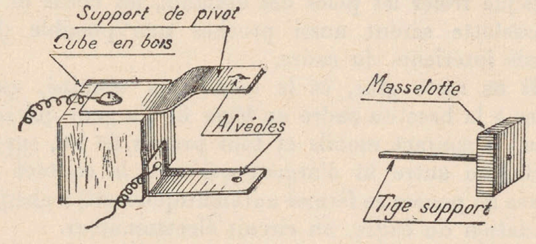


Fig. 273. — Dispositif de support sur cadre.

Fig. 274. — Masselotte de fer doux.

parallèles disposées en potences l'une au-dessus de l'autre contre une sorte de petit piédestal en bois fixé sur le socle entre les branches de l'aimant. Chaque lame est pourvue à son extrémité libre d'un petit alvéole fait d'un coup de pointeau d'horloger et destiné à servir de chape à l'un des pivots du cadre.

L'écartement des potences doit être exactement celui des pointes des pivots ; les alvéoles seront disposés face à face sur une même ligne verticale.

Une gouttelette de mercure lubrifiera les chapes et

assurera une bonne liaison électrique des lames et des pivots sans gêner la rotation du cadre.

Un fil de connexion reliera chaque lame aux bornes du relais.

Au centre du cadre sera fixée, par l'intermédiaire d'une tige métallique piquée dans le support des potences, une masselotte de fer doux (fig. 274) sur laquelle viendront se fermer en un faisceau compact, au bénéfice du relais, les lignes de force du champ magnétique.

De même que les côtés verticaux du cadre doivent presque frôler les pôles des aimants, les bords de la masselotte seront aussi proches que possible des bords intérieurs du cadre.

Il ne reste plus, et le relais sera terminé, qu'à fixer à la base du cadre un léger fil d'argent qui servira de contact mobile et tout proche de lui, sur le socle, un autre fil d'argent qui sera le contact de butée où pourra se fermer automatiquement, à chaque déviation du cadre, un circuit électromoteur.

Le contact mobile sera relié à une borne d'entrée par l'intermédiaire d'une boucle en fil conducteur très fin dont l'élasticité ramènera le cadre à sa position de repos après chaque déviation.

C'est uniquement sur la disposition de cette boucle que reposera le réglage définitif du relais : plus elle sera longue et souple, plus l'appareil sera sensible mais lent. Une boucle de 3 cm. de hauteur en fil de platine (ou en fil de laiton non recuit) de 5 à 6/100 de millimètre de diamètre, orientée perpendiculairement au plan du cadre, assurera un équilibre favorable de celui-ci.

Le contact de butée sera relié à une autre borne, il devra être très voisin du contact mobile ; un fil d'argent de 5/10 de millimètre de diamètre constituera

pour cela une colonnette à la fois souple et robuste.

Si des étincelles de rupture se produisaient aux contacts des relais, il y aurait lieu de protéger ces contacts en reliant leurs bornes par une petite bobine shunt (enroulement sans self en fil très fin de ferronickel redoublé sur lui-même) ayant un millier d'ohms de résistance ou par un condensateur fixe de quelques millièmes de microfarad.

CHAPITRE IX

RADIOGONIOMÉTRIE

Les ondes électromagnétiques qu'utilise la T. S. F. se propagent dans toutes les directions autour de l'antenne d'émission et créent sur leur passage un champ magnétique oscillant dont les lignes de force sont *perpendiculaires* au sens de la propagation.

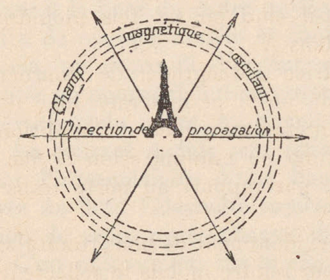


Fig. 275. — Orientation du champ magnétique oscillant d'une onde hertzienne par rapport à la direction de propagation.

La figure 275 représente schématiquement ce phénomène : une onde hertzienne s'est détachée de l'antenne du poste émetteur et s'en éloigne avec la vitesse de la lumière en élargissant de plus en plus l'orbe de son champ magnétique indiqué par quelques lignes circulaires qui peuvent figurer, par convention, les lignes de force de ce champ à un moment donné.

Ce sont les variations du flux oscillant accompagnant le rayonnement des ondes qui induisent dans les antennes réceptrices en résonance la force élec-

tromotrice et, par suite, le courant oscillant que révèlent les détecteurs de T. S. F. Plus les collecteurs d'ondes sont développés, plus grand est le nombre des lignes de flux qui les atteignent et plus important est le courant induit par le champ magnétique.

Si nous imaginons maintenant deux antennes semblables, mais différemment orientées, placées dans le même champ magnétique, nous comprendrons que le collecteur dirigé vers le centre émetteur étant celui qui offre à l'effet inducteur du flux la plus grande étendue, doit être, pour cette raison, le plus fortement influencé. L'antenne A de la figure 276 ayant ses fils tendus dans la direction de propagation des ondes coupe dans le même champ magnétique cinq ou six fois plus de lignes de force que l'antenne B placée dans une position perpendiculaire, aussi le courant induit dans cette dernière est-il cinq ou six fois moindre que le courant induit dans A.

Une antenne réceptrice susceptible de tourner autour de son entrée de poste permettrait donc de trouver la direction d'un émetteur, puisque l'audition des signaux serait maxima ou minima selon l'orientation de cette antenne par rapport au poste transmetteur.

Ce procédé donnerait évidemment de bons résultats, mais on se heurterait pour rendre mobile le collecteur d'ondes aérien à des difficultés de construction presque insurmontables, le fait même d'opérer avec deux antennes fixes en orientation inverse compliquerait encore énormément l'agencement de la station d'écoute; aussi remplace-t-on dans le même but le résonateur ouvert que constitue l'antenne, par un *résonateur fermé* comprenant quelques spires de fil conducteur disposées sur un cadre de petites dimensions et facile à orienter. Ce dispositif est même, en tant que réso-

nateur fermé, un collecteur d'ondes plus avantageux que l'antenne parce qu'il est susceptible d'un accord très rigoureux et jouit de propriétés directives beaucoup plus accusées.

Nous avons représenté sur la figure 276 un cadre A dont le plan d'enroulement est dirigé vers une station d'émission ; cette position est celle qui permet au plus grand nombre de lignes de force du champ magnétique où le cadre est placé de traverser l'enroulement, c'est en conséquence celle de l'audition maxima. Le cadre B dont le plan des spires est au contraire parallèle aux lignes de force n'est théoriquement traversé par aucun flux et son orientation est celle de l'audition nulle.

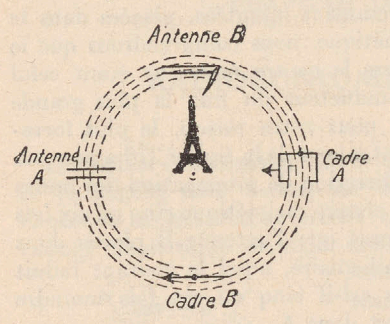


Fig. 276. — Résonateurs orientés dans un champ magnétique.

En suspendant un cadre sur un axe passant par le plan des spires, on assure sa rotation pour une exploration de tous les points de l'horizon. Si l'on fait accomplir alors au résonateur un tour complet sur lui-même, on constate dans cette révolution deux positions différentes pour lesquelles la réception d'une émission prend une valeur maxima et deux positions perpendiculaires à celles-ci pour lesquelles aucune audition n'est perçue. La figure 277 représente un cadre en chacune de ces quatre positions dans un champ magnétique dont l'orientation des lignes de force est indiquée par les traits pointillés.

Entre la position la plus favorable et celle qui coïncide avec l'extinction des signaux, il existe, bien entendu, une série de positions du cadre pour lesquelles la réception est de plus en plus faible à mesure que celui-ci fait un angle de plus en plus grand avec la direction du poste émetteur. La force de réception est proportionnelle au cosinus de cet angle ; elle

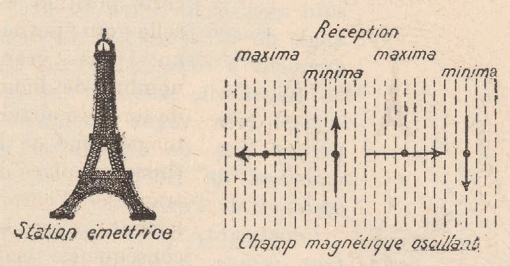


Fig. 277. — Importance du nombre des lignes de force d'un champ magnétique traversant un cadre aux quatre positions principales d'une rotation complète.

décroît d'abord peu, puis de plus en plus rapidement quand l'angle augmente et tombe à zéro pour un angle de 90° ; les spires du cadre sont alors parallèles aux lignes magnétiques et ne sont plus traversées par elles. Le diagramme de la figure 278 traduit de façon moins abstraite la relation qui existe entre la valeur de la réception et le degré d'orientation du cadre.

L'emploi du cadre pour repérer l'emplacement d'un poste émetteur de T. S. F. est la base de la radiogoniométrie. Un service radiogoniométrique fonctionnait aux armées durant la guerre et permit à notre artillerie de faire une chasse efficace aux stations ennemies.

C'est par un procédé très simple qu'on peut déter-

miner, en l'absence de tout indicatif, l'origine précise des signaux radiotélégraphiques.

Qu'un amateur perçoive à Tours une émission de T. S. F. avec le maximum d'intensité lorsque le cadre qu'il utilise est orienté à 40° Nord-Est, c'est l'indice que la station qui émet se trouve en avant ou en arrière du poste récepteur sur une droite faisant avec le méridien du lieu un angle de 40° Nord-Est. Ce renseignement a déjà sa valeur, mais ne fournirait, seul, qu'une indication bien vague puisqu'il ne permet pas de différencier une émission de Rochefort et une émission de Paris.

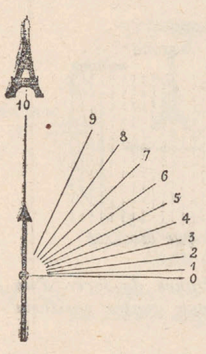


Fig. 278. — Valeur de l'induction dans un cadre aux différents degrés d'un quart de rotation.

Cependant, qu'un second amateur écoute à Lyon la même émission avec une orientation favorable du cadre à 35° Nord-Ouest, et cette nouvelle donnée vient nous fournir l'élément qui nous manquait pour une localisation précise du poste transmetteur ; la station entendue devant nécessairement se trouver à la fois dans les deux directions repérées à Tours et à Lyon ne peut être qu'au point d'intersection des lignes qui marquent ces directions et dont le tracé sur une carte (fig. 279) donne Paris comme origine des signaux.

Ainsi deux postes d'écoute au moins sont indispensables pour établir une « recoupe » radiogoniométrique. Plus ces postes sont éloignés l'un de l'autre et plus les renseignements fournis par eux permettent un repérage précis ; plus nombreux sont les postes

d'écoute et plus la moyenne de leurs indications aboutit à une approximation serrée.

Dans la pratique, les postes radiogoniométriques n'établissent pas leurs repères de direction d'après l'orientation du cadre qui donne la plus forte récep-

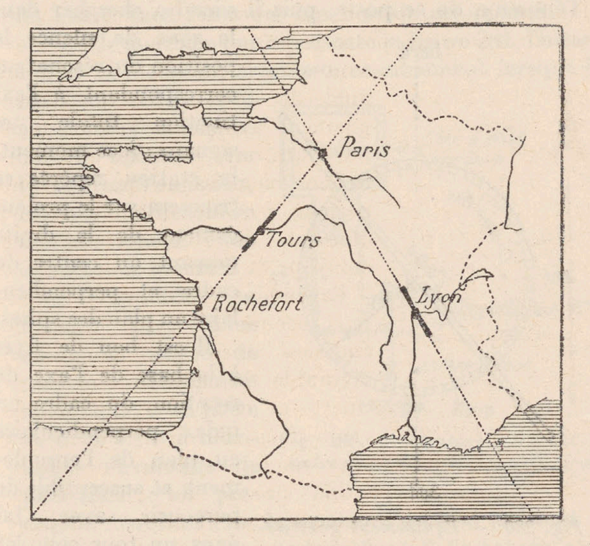


Fig. 279. — Détermination de l'emplacement d'une station émettrice par la radiogoniométrie.

tion, parce qu'il est difficile pour une oreille même exercée de fixer dans la zone d'audition le moment précis où l'intensité devient maxima ; c'est sur la zone de silence qu'ils règlent le compas hertzien, l'extinction des signaux correspond, en effet, très nettement dans cette zone à une position du cadre perpendiculaire à la direction de l'émetteur. Cette

méthode est la meilleure et c'est ainsi que nous conseillons de procéder.

L'amateur qui désirera déterminer la direction d'un poste, accordera et orientera son cadre pour recevoir d'abord dans les meilleures conditions d'audition l'émission de ce poste, puis il viendra chercher dans la zone de silence la position du résonateur correspondant à l'extinction totale des signaux; à ce moment, la station repérée se trouvera sur le prolongement de la droite passant au centre du cadre et perpendiculaire au plan des spires.

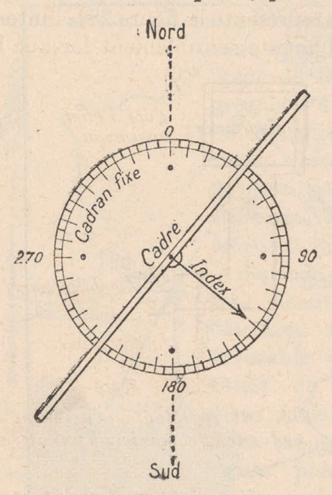


Fig. 280. — Équipement goniométrique d'un cadre.

Il est bon de fixer à la base de l'axe de rotation du cadre un index perpendiculaire au plan de l'enroulement et susceptible de parcourir avec lui dans un tour complet une circonférence divisée en 360° (fig. 280). Le cadran étant orienté de telle sorte que sa ligne 0-180 vise le Nord géographique, la lecture des repères goniométriques se fera rapidement et donnera en degrés la direction du poste cherché par rapport au méridien du lieu.

L'amateur qui utilise avec son cadre un amplificateur à haute fréquence, par exemple l'amplificateur à résistances que nous avons décrit dans un article précédent, peut déterminer à lui seul, grâce

à un artifice de montage, la direction réelle d'une station qui émet. Il suffit, en effet, de relier à la terre le point du dispositif commun au chauffage des lampes, au circuit oscillant et à la batterie de plaque pour accroître de façon très marquée l'effet d'orientation du cadre dans l'une des deux positions optima.

Avec le montage que représente la figure 281, l'intensité de la réception augmente sensiblement lorsque la borne du cadre reliée au point commun se trouve orientée vers la station d'émission, elle est au contraire affaiblie pour une orientation inverse.

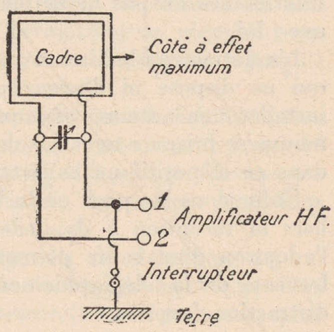


Fig. 281. — Montage assurant au cadre un effet maximum unilatéral.

Ce procédé ne fournit pas, sans doute, le moyen de trouver l'emplacement exact d'un poste de T. S. F., il a néanmoins l'avantage de permettre d'en préciser la direction avec le secours d'un seul cadre et ce renseignement suffit généralement à l'amateur pour identifier, en consultant la carte, une émission continentale.

Bien entendu lorsque par le moyen qui vient d'être dit on a déterminé la direction exacte d'une station, il y a lieu de supprimer la mise à la terre et de reprendre la méthode de repérage classique sur la zone d'extinction pour obtenir une indication plus précise ; un interrupteur doit être ménagé dans ce but sur la ligne de terre.

Réception sur cadre. — Indépendamment de

l'intérêt que présente l'emploi d'un résonateur fermé pour localiser une émission, la possibilité de réaliser avec lui un collecteur d'ondes intérieur commode et précis porte de plus en plus les amateurs de T. S. F. à remplacer par un cadre l'antenne trop visible, encombrante et parfois périlleuse à installer.

L'emploi d'un cadre permet la réception des postes les plus éloignés ; les brouillages de signaux par interférence ou par induction ne sont pas à craindre avec lui.

L'amateur qui habite un appartement d'étage, celui qui ne dispose ni d'une cour ni d'un jardin pour installer une antenne aérienne, l'amateur qui a une mauvaise prise de terre sur un sol rocailleux trouvent dans ce dispositif un collecteur d'ondes idéal.

Enfin dans les pays où la loi interdit aux particuliers la réception à domicile des radiotélégrammes, l'adoption d'un cadre permettra tout de même aux fervents de la télégraphie nouvelle de se livrer à leur distraction favorite.

CONSTRUCTION ET UTILISATION D'UN CADRE

Les dimensions à choisir pour un cadre dépendent non seulement de la longueur des ondes à recevoir, mais aussi de la sensibilité du détecteur et des amplificateurs employés.

L'expérience a conduit à ne jamais utiliser un cadre pour la réception de longueurs d'ondes inférieures à 3 fois sa longueur d'onde propre, cette dernière pouvant être évaluée approximativement à cinq fois la longueur de l'enroulement ; un cadre portant 40 m. de fil ne devra pas être employé pour la réception d'ondes inférieures à 200 × 3 ou 600 m.

On utilise, de préférence, de grands cadres avec peu de spires pour recevoir les ondes courtes ; celles de 200 à 300 m., par exemple, seront reçues sur cadre de 2 m. de côté portant deux ou trois spires distantes de 2 cm. environ les unes des autres. Quant aux grandes longueurs d'ondes, elles s'accommodent mieux d'un cadre de 1 m. à 1 m. 50 de côté et ayant un grand nombre de spires ; ainsi 1 000 m. de fil disposés à tours jointifs en spirale plate fractionnée en huit ou dix portions égales permettent la réception sur « onde fondamentale » de toutes les émissions jusqu'à 20 000 m. de longueur d'ondes.

Pour l'amateur qui ne tient pas à une réception si puissante, un cadre plus modeste, ayant 1 m. 10 de côté et portant environ 400 m. de fil assurera une réception très suffisante des mêmes émissions sur « harmoniques ».

La sensibilité des appareils de détection est un facteur important dans la détermination des mesures d'un cadre ; plus cette sensibilité est grande et plus il est possible de réduire l'encombrement du résonateur. Avec un amplificateur à 8 lampes il est possible de recevoir tous les grands postes européens au moyen d'une bobine carrée de 20 cm. de côté et 20 cm. de longueur portant 200 spires de fil.

Nous recommandons aux amateurs l'adoption d'un cadre moyen, celui dont nous expliquerons la construction est peu encombrant, peu coûteux et permet, avec les appareils déjà décrits, une très bonne réception des ondes comprises entre 1 600 m. et 20 000 m., c'est-à-dire de la plupart des émissions actuelles, depuis celles des petits postes jusqu'à celles des stations d'Annapolis (Amérique), de Lyon et de Bordeaux.

Ebénisterie. — La figure 282 représente le type

de cadre dont nous conseillons la construction ; la figure 283, les différents éléments qui en constituent l'armature et que chacun peut confectionner soi-même très simplement.

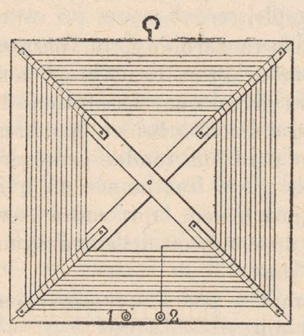


Fig. 282. — Cadre radiogoniométrique à spirale plate.

On utilisera pour les quatre côtés du cadre et pour les deux traverses des lattes de charpentier de 6 cm. de largeur et de 2 cm. au moins d'épaisseur découpées selon le tracé et les dimensions des croquis A et B. Ces planchettes seront soigneusement rabotées et dressées; les croisillons porteront en leur milieu une entaille à mi-bois

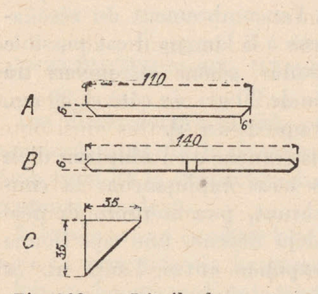


Fig. 283. — Détails de construction d'un support de cadre.

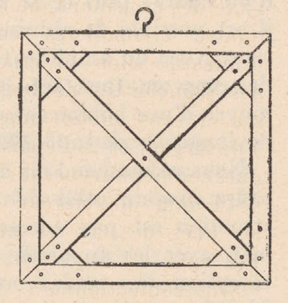


Fig. 284. — Ajustage des éléments d'un support de cadre.

de 6 cm. de largeur permettant de les assembler en X pour assurer la rigidité du cadre.

Quatre équerres de 35 cm. de côté vissées ou clouées aux angles du cadre maintiendront solidement les côtés et les traverses (fig. 284).

Lorsque cette monture sera terminée, on passera sur tout le bois une couche de brou de noix, on laissera sécher et on vernira avec une dissolution de gomme laque dans un peu d'alcool à brûler. A défaut de vernis, une couche de paraffine fondue protégera le bâti contre l'humidité.

Enroulement. — L'enroulement du cadre sera fait de fil de cuivre isolé au coton ou à l'émail ayant environ 1 mm. de diamètre (fil 10/10) ; 3 mm. sépareront chaque spire qui ne devra ni toucher ni chevaucher sa voisine. Pour maintenir l'enroulement sur le cadre, on utilisera de petits isolateurs en os alignés sur l'axe des croisillons, ou mieux quatre crémaillères confectionnées, selon le croquis de la figure 285, avec des planchettes de bois dur, chêne ou noyer, très sec et sans nœud, mesurant 50 cm. de longueur, 4 de largeur et 2 d'épaisseur. Les réglettes ainsi obtenues seront pourvues sur la tranche d'entailles parallèles de 1 mm. de largeur sciées obliquement à 3 mm. les unes des autres et jusqu'à une profondeur de 1/2 cm.

Fig. 285. — Crémaillère pour maintenir l'enroulement du cadre.

On confectionnera rapidement ces supports en fixant les planchettes sur un étau et en se servant d'une scie à métaux tenue obliquement pour ébaucher chaque entaille qu'un trait de râpe fine élargira ensuite.

Les crémaillères seront solidement vissées sur les

diagonales du cadre et maintiendront sa rigidité.

Enroulement. — La pose de l'enroulement sur le cadre est l'opération la plus délicate ; le fil doit être bien tendu, mais on veillera à ce que la tension se répartisse uniformément sur tout l'enroulement pour éviter une déformation du cadre qui entraînerait le chevauchement des spires.

Le cadre portera environ cent spires, mais une manette et un jeu de plots permettront de n'utiliser

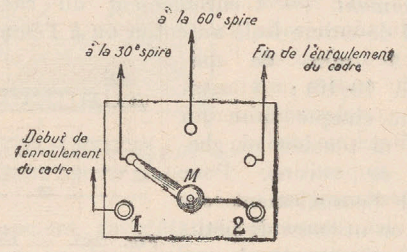


Fig. 286. — Jeu de plots commandant les fractionnements de l'enroulement.

que la portion nécessaire pour l'accord le plus favorable du circuit oscillant ; dans ce but, une première prise sera ménagée sur la 30e spire, une seconde sur la 60e.

La connexion reliant chaque fractionnement au plot correspondant du dispositif à réaliser, et que représente schématiquement le dessin de la figure 286, devra être suffisamment écartée de l'enroulement (2 cm. environ) pour que le circuit utilisé ne se ferme pas sur lui-même par capacité à travers l'isolant de la connexion et une spire avec laquelle cette connexion se trouverait en contact.

Suspension du cadre. — Pour explorer tous les points de l'horizon, le cadre doit pouvoir accomplir

sur son axe une rotation complète, il est donc nécessaire de le suspendre en équilibre sur cet axe au moyen d'un émérillon fixé au plafond du poste d'écoute à proximité des appareils de réception et à portée de la main de l'opérateur.

Comme, à la rigueur, le cadre n'a besoin d'accomplir qu'une demi-rotation pour explorer entièrement l'horizon, il est possible de lui assurer une suspension efficace en l'accrochant simplement à une porte susceptible de tourner de 180° sur ses gonds, ou en l'appuyant par un des montants verticaux sur des charnières fixées contre une cloison de bois.

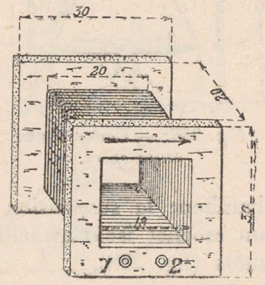


Fig. 287. — Bobine-cadre.

Emplacement d'un cadre. — Le meilleur emplacement pour un cadre est une cabane en bois montée au ras du sol en terrain dégagé; néanmoins, les murs de briques et de pierres n'interceptent pas suffisamment les ondes pour constituer des écrans infranchissables et d'excellentes réceptions radiogoniométriques peuvent être assurées à tous les étages dans la plupart des immeubles d'une agglomération.

Il est évident que derrière une grille, un volet de fer, sous l'influence immédiate d'un toit de zinc, à l'abri de murs en ciment armé, aucune expérience de ce genre ne saurait pratiquement réussir.

Cadres de fortune. — Jusqu'à une distance de 100 à 150 km. autour de Paris il est possible de recevoir les bulletins météorologiques et les signaux horaires de FL en utilisant comme cadre une petite bobine semblable à celle que représente la figure 287,

constituée par 200 spires de fil avec un simple détecteur à galène et un petit condensateur shuntant un téléphone ordinaire.

A la campagne, il est très facile de réaliser un cadre à une seule spire, utilisable pour la réception des petites longueurs d'ondes, en suspendant entre deux mâts ou entre deux arbres un triangle fait d'un fil de cuivre de 15 ou 20 dixièmes et dont la base est maintenue rigide par une perche de saule ou de bambou; la suspension est assurée au sommet par un crochet isolé attaché à un câble tendu entre les mâts (fig. 288).

Fig. 288. — Cadre à une seule spire.

Utilisation du cadre. — La réception sur cadre peut être assimilée à une réception secondaire dont le primaire serait le poste transmetteur.

Le couplage entre les deux systèmes est évidemment très lâche et par conséquent la résonance très aiguë, ce qui implique la nécessité de réglages d'accord très précis mais assure, par contre, tous les avantages d'une sélection parfaite des émissions reçues.

Le montage sur cadre est donc tout à fait analogue à celui du secondaire dans une réception sur Tesla.

La figure 289 reproduit le montage le plus élémentaire qu'il soit possible de réaliser ; un détecteur à cristaux et un téléphone shunté par un condensateur fixe de 2 à 3 millièmes de microfarad sont placés en série avec l'enroulement du résonateur. Cette disposition ne donne de bons résultats que lorsque le résonateur est spécialement adapté à la longueur d'onde

à recevoir, toute correction d'accord étant impossible.

La figure 290 offre un schéma d'une utilisation un peu moins restreinte, l'appoint d'une bobine de self permettant de parfaire, dans une certaine limite, le réglage favorable du cadre. Cependant nous devons signaler au lecteur qu'il n'est pas bon d'utiliser une bobine de self avec un cadre radiogoniométrique, le sens d'enroulement de la self et son orientation n'étant

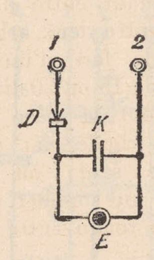


Fig. 289. — Montage élémentaire sur cadre.

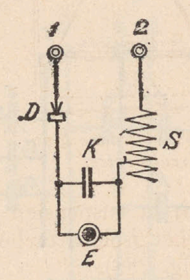


Fig. 290. — Accord du cadre par bobine de self réglable.

jamais des facteurs indifférents, leur effet s'ajoutant ou s'opposant à celui du cadre au détriment de la réception.

La figure 291 reproduit le montage classique sur cadre. Le condensateur variable C sert à accorder rapidement par un apport de capacité la période du résonateur sur celles des ondes à recevoir. Nous avons dit que la résonance devait être très aiguë pour assurer une bonne réception sur cadre, il s'ensuit que la valeur de la capacité auxilaire fournie par le condensateur variable en dérivation sur le cadre doit pouvoir varier d'une façon insensible, c'est pourquoi il est indispensable d'utiliser un condensateur variable à diélectrique air de faible capacité, auquel on associera, au besoin,

pour l'accord sur les grandes longueurs d'onde, un ou deux condensateurs fixes capables de doubler ou tripler sa capacité.

Le schéma de la figure 292 indique comment peut être avantageusement combiné un jeu de condensateurs appropriés à l'usage d'un cadre radiogoniométrique ; le condensateur variable sera de préférence du type rotatif, rapide et facile à manœuvrer, sa capacité

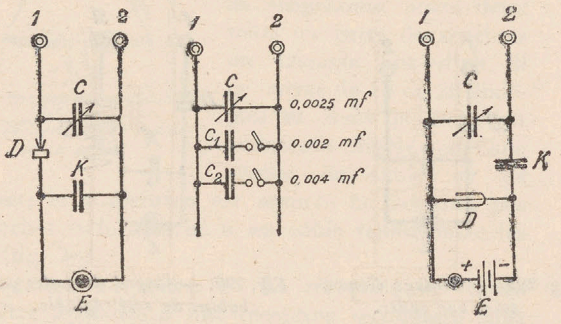


Fig. 291. Montage classique sur cadre. *Fig. 292. Jeu de condensateurs de résonance.* *Fig. 293. — Montage sur cadre avec détecteur électrolytique.*

sera comprise entre 15 et 25 dix-millièmes de microfarad, le premier condensateur fixe sera de 2 millièmes et le deuxième de 4 millièmes ; deux petits interrupteurs permettront de les mettre isolément ou simultanément en circuit.

La figure 293 est une réplique à peine modifiée du schéma de la figure 291, un détecteur électrolytique est utilisé à la place du détecteur à cristaux ; le condensateur fixe K de 3 ou 4 millièmes de microfarad a pour but d'empêcher la pile de débiter à travers le téléphone et l'enroulement du cadre avec lesquels elle se trouve montée en série.

La figure 294 montre la façon de monter un amplificateur à basse fréquence sur cadre ; l'appareil renforçateur est tout simplement branché à la place du téléphone, tous les autres appareils restant inchangés dans le circuit de réception.

Un amplificateur à haute fréquence, destiné à renforcer les oscillations non encore détectées et à les détecter ensuite, se monte selon le schéma de la

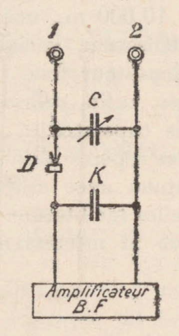


Fig. 294.— Utilisation sur cadre d'un amplificateur BF.

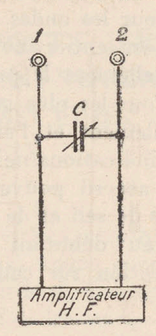


Fig. 295.— Utilisation sur cadre d'un amplificateur HF.

figure 295 ; le détecteur et le condensateur fixe n'ayant plus de raison d'être sont supprimés dans le circuit oscillant.

Ces différentes combinaisons de montage, pour être les plus caractéristiques et les plus couramment adoptées ne sont pas les seules qui puissent être réalisées sur le circuit oscillant d'un cadre ; toute disposition qui convient à l'agencement d'un circuit secondaire de Tesla est également utilisable ici et l'amateur n'aura, pour ses essais, que l'embarras du choix entre mille variantes.

La méthode pour accorder le circuit oscillant du

cadre décrit plus haut est très simple et peut se résumer dans les conseils suivants :

a) Pour recevoir les petites longueurs d'onde, utiliser seulement le premier fractionnement avec appoint du condensateur rotatif.

b) Pour les ondes moyennes comprises entre 3 000 et 5 000 m., utiliser les deux premiers fractionnements et le condensateur rotatif.

c) Pour les ondes de 5 000 à 10 000 m., utiliser le cadre en entier avec le condensateur variable et éventuellement le premier condensateur fixe.

d) Pour les plus grandes ondes, enfin, utiliser tout l'enroulement et l'ensemble des capacités.

Ces indications ne sont pas des repères absolus, un même accord pouvant être obtenu avec différentes valeurs de self et de capacité ; elles faciliteront néanmoins au débutant la pratique si intéressante de la réception sur cadre.

CHAPITRE X

CONSTRUCTION D'UN POSTE D'ÉMISSION SUR ONDES ENTRETENUES ET D'UN TRANSMETTEUR DE TÉLÉPHONIE SANS FIL

Nous étonnerons peut-être quelques amateurs de T. S. F. en leur apprenant que le moins compliqué et le plus avantageux des procédés de transmission radio-électrique est celui qui utilise les ondes entretenues ; mais le simple examen du dispositif de la figure 296 où nous avons représenté aussi clairement que possible les différents organes d'un émetteur d'ondes entretenues permettant l'échange de conversations à plus de 10 km. et l'envoi de télégrammes à plus de 60 km. avec une source électromotrice de 300 volts et une batterie d'accumulateurs donnant 6 volts, suffira, pensons-nous, pour les convaincre.

Nous avons vu dans les chapitres précédents que l'entretien d'oscillations dans un circuit de réception est une opération fort simple ; or, ces oscillations peuvent être également produites le long d'une antenne et leur pouvoir de rayonnement est très important.

Dans la télégraphie par étincelles, les vibrations de l'antenne sont très amorties et la durée totale de toutes les oscillations résultant d'une étincelle est

excessivement brève, comparée au temps qui sépare deux étincelles consécutives. A cause de ces longues périodes de repos durant lesquelles le radiateur reste inerte il est indispensable, pour obtenir une puissance moyenne notable, de mettre en jeu d'énormes

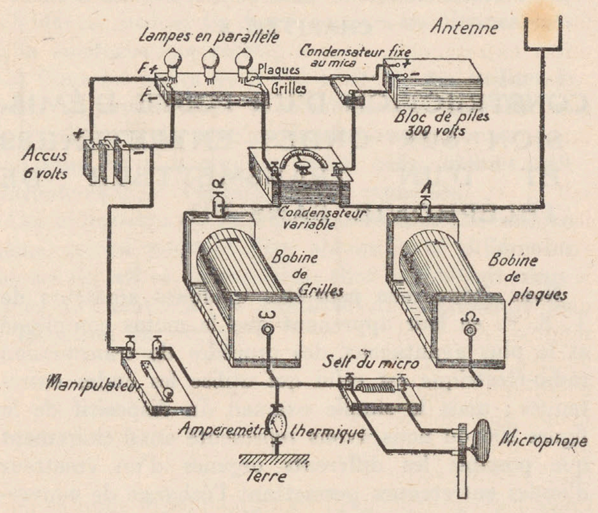


Fig. 296. — Poste à ondes entretenues (télégraphie et téléphonie).

puissances instantanées ; au contraire, en entretenant constamment les oscillations de l'antenne il n'y a plus de moment de repos perdu et on obtient la même puissance moyenne avec des valeurs instantanées infiniment plus petites.

A ce bénéfice vient encore s'ajouter, à la réception, celui de l'amplification naturelle des signaux par l'hétérodyne ; ainsi de grandes portées de télécommunication sont pratiquement réalisables, grâce

aux ondes entretenues, avec une source d'énergie presque infime.

Notre petit poste émetteur, dont la figure 297 donne le schéma de principe, est à trois lampes; il peut servir pour la télégraphie comme pour la téléphonie sans fil. Fonctionnant en hétérodyne, il permet encore la réception des ondes entretenues.

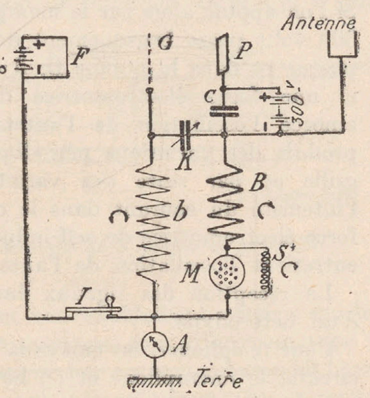


Fig. 297. — Schéma d'un poste émetteur à lampes.

Le dispositif est constitué de la manière suivante :

Une bobine de self B est intercalée à la fois dans l'antenne et dans le circuit-plaques des trois lampes montées en parallèle ; ce circuit comprend également une source de courant continu à 300 volts, reliée par son pôle positif aux plaques et shuntée par un petit condensateur au mica. Le courant se ferme par l'intervalle qui sépare les filaments et les plaques des lampes.

Le circuit de grilles comprend, outre l'espace entre les filaments et les grilles, une seconde bobine de self *b*.

Un manipulateur I est intercalé sur le fil commun aux deux circuits qui relie les bobines B et *b* au pôle négatif des accumulateurs de chauffage des filaments.

Un condensateur variable à air, de faible capacité,

a ses armatures respectivement reliées à l'entrée des bobines de plaques et de grilles.

Un microphone shunté par une petite self court-circuitable est monté sur le fil qui réunit la bobine B à la bobine *b*.

Pour télégraphier, on court-circuite le microphone. Si l'on appuie alors sur le manipulateur, le courant à 300 volts passe brusquement dans l'espace filament-plaque et dans la bobine B, il détermine dans celle-ci une force électromotrice de self-induction qui amorce l'oscillation de l'antenne. Cette oscillation produit des variations périodiques de la tension de grille et par suite des variations périodiques de l'intensité du courant dans le circuit de plaque. La force électromotrice de self-induction dans la bobine B entretient l'oscillation de l'antenne.

La réception des signaux émis se fait au moyen d'un hétérodyne.

Pour téléphoner, on enlève la connexion qui court circuite le microphone et on bloque le manipulateur sur son plot de transmission ; l'antenne entre en vibration et devient le siège d'oscillations entretenues. Il suffit alors de parler devant le microphone pour que les variations de résistances de ce dernier altèrent plus ou moins la valeur de la self intercalée entre ses bornes et déterminent ainsi dans le circuit d'antenne des changements d'amplitude suivant fidèlement les vibrations de la parole, par conséquent de fréquence sonore et susceptibles d'être perçus dans un récepteur ordinaire de T. S. F.

Nous allons examiner séparément chacun des organes qui composent le poste émetteur à ondes entretenues en négligeant toutefois les détails de construction qui auraient été donnés dans le cours des chapitres précédents.

Lampes émettrices et leur montage en parallèle. On adoptera de préférence, pour l'émission, des lampes à filament renforcé, des lampes « Métal », par exemple ; mais à défaut on pourra utiliser des tubes à vide d'un modèle courant en prenant soin, dans ce cas, pour ne pas brûler les filaments, de régler la tension du courant de chauffage entre 4 et 5 volts.

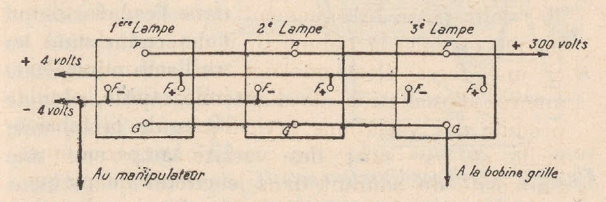


Fig. 298. — Montage de 3 lampes en parallèle.

Les lampes étant convenablement placées sur leur support, on réunit par une connexion commune les bornes de plaques et par une autre connexion les bornes de grilles, puis on relie respectivement les extrémités de même pôle des filaments par des conducteurs de 1 mm. de diamètre environ. Toutes les connexions doivent être courtes et être soigneusement isolées les unes des autres.

Aucune erreur de montage n'est possible si l'on prend pour guide le schéma de la figure 298.

Bobine de plaque et bobine de grille. — Deux bobines de self quelconque peuvent remplir l'office de bobine de grille et de bobine de plaque à la condition toutefois que les deux enroulements soient de *sens différent.*

En employant deux bobines à curseur, cela permet d'obtenir des réglages précis avec différentes longueurs d'onde ; en général, et lorsque les bobines

sont faites de même fil, un accord favorable du circuit de grille exige un nombre de spires presque double du nombre des spires en jeu dans la bobine de plaque.

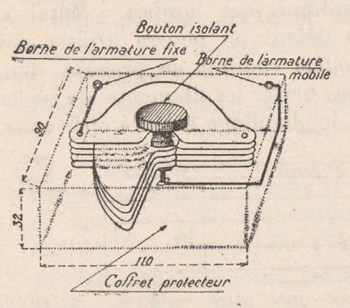


Fig. 299. — Petit condensateur rotatif.

Voici les dimensions des bobines qui nous ont donné les meilleurs résultats (télégraphie, plus de 80 km. ; téléphonie, 12 km.) sur une antenne à deux brins de 60 m. de longueur, éloignés l'un de l'autre de 3 m. environ et tendus horizontalement à 9 m. de hauteur.

Chaque enroulement a pour support une carcasse de carton paraffiné de 10 cm. de diamètre et 12 cm.

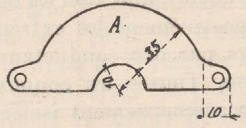


Fig. 300. — Plaque d'armature fixe.

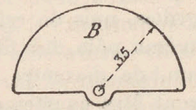


Fig. 301. — Plaque d'armature mobile.

de hauteur. La bobine-plaque, enroulée de gauche à droite, comprend environ 80 spires de fil de cuivre 9/10 isolé à la soie (deux couches) et gomme-laqué ; la bobine-grille, enroulée de droite à gauche, comprend environ 140 spires de fil de cuivre 4/10 isolé à la soie et gomme-laqué.

Ces deux enroulements, réglables ou non, sont intercalés entièrement dans leur circuit respectif ;

ils doivent être suffisamment éloignés l'un de l'autre pour qu'aucune réaction mutuelle ne soit possible entre eux, une distance de 20 cm. est très suffisante pour cela.

Condensateur variable. — Le condensateur variable K destiné au couplage des bobines de grille et de plaque doit avoir une capacité d'autant plus faible que les ondes émises sont plus courtes — sans toutefois qu'un réglage très précis soit de rigueur — comprise entre 0 et 1/10 000 (un dix-millième) de microfarad, cette capacité suffit largement au réglage du poste qui nous intéresse. L'emploi d'un condensateur trop important serait de nature à compromettre l'accrochage d'oscillations dans l'antenne. On trouve couramment dans le commerce des condensateurs rotatifs de petite capacité vendus à des prix abordables ; mais il est facile de construire soi-même ces appareils.

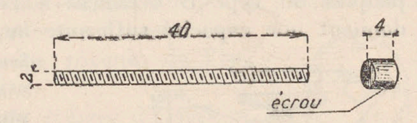


Fig. 302. — Tige filetée et écrou.

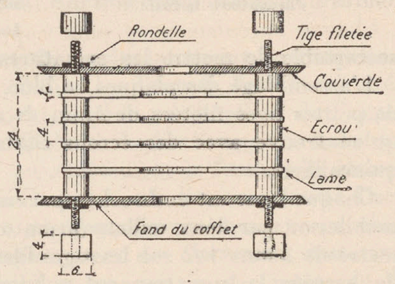


Fig. 303. — Montage des plaques fixes.

Nous avons représenté sur la figure 299, convenablement groupées, les parties essentielles de l'instrument à réaliser.

Dans une feuille de zinc ou d'aluminium de

1 mm. ou de 1/2 mm. d'épaisseur, on découpe des secteurs tracés d'après les croquis des figures 300 et 301 et en nombre plus ou moins grand suivant la capacité qu'on désire obtenir avec eux. Quatre plaques du type A destinées à constituer l'armature fixe et trois plaques du type B destinées à l'armature mobile donnent une capacité suffisante au petit condensateur de couplage à utiliser avec notre poste à ondes entretenues.

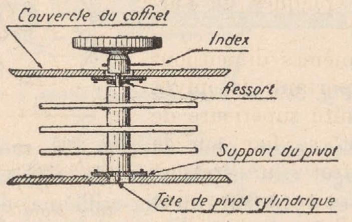


Fig. 304. — Montage des plaques de l'armature mobile.

Les angles et les arêtes de chaque lame doivent être légèrement arrondis et les surfaces ne doivent présenter aucune aspérité susceptible de mettre les armatures en court-circuit.

L'assemblage des plaques en bloc se fait au moyen de petites tiges filetées de 2 mm. de diamètre (fig. 302) qu'on trouve avec des écrous calibrés chez tous les quincailliers.

Chaque lame est embrochée par un œillet (armature mobile) ou par deux œillets (armature fixe) d'un diamètre de 2 mm. 1/2 sur les tiges filetées où les écrous de serrage la maintiennent solidement. Il importe que toutes les plaques soient rigoureusement parallèles, aucune autre précaution ne complique la construction de l'armature fixe (fig. 303); mais en ce qui concerne l'armature mobile (fig. 304), quelques corrections d'ajustage sont, en plus, nécessaires. C'est ainsi que l'extrémité inférieure de la tige filetée, qui porte les plaques mobiles et leur sert d'axe de rotation, doit avoir ses filets enlevés à la lime pour devenir

une tête de pivot cylindrique capable de tourner à frottement doux dans l'orifice ménagé au centre d'une rondelle ou d'une petite plaque métallique (fig. 305) qui se fixe sur le fond du coffret protégeant les organes du condensateur. Cette rondelle doit avoir une épaisseur convenable pour que les plaques mobiles alternent régulièrement et sans contact avec les plaques de l'armature fixe.

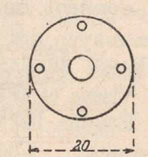


Fig. 305. — Rondelle-support de l'axe de l'armature mobile.

Un collier de mêmes dimensions que la rondelle portant le pivot maintient l'extrémité supérieure de la tige filetée et se fixe sur le couvercle du coffret ; un ressort en boudinette d'acier assure une légère friction de l'axe sur ce collier et empêche une rotation trop libre de l'armature mobile.

La manœuvre du condensateur est commandée par un bouton isolant fixé sur l'axe de l'armature mobile.

L'ordre à suivre pour la construction de l'appareil est le suivant : d'abord confectionner l'armature fixe et y assujettir provisoirement le fond et le couvercle du coffret protecteur ; confectionner ensuite l'armature mobile et repérer convenablement sur chaque planchette l'emplacement des ouvertures destinées au logement du pied et au passage de la tête de l'axe de rotation constitué par la tige filetée portant les plaques mobiles.

Libérer le couvercle et le fond du coffret pour y fixer les rondelles perforées et les deux bornes de connexion du condensateur.

Enfiler sur la partie supérieure de l'axe de rotation le petit ressort d'acier emprisonné entre deux minces rondelles de cuivre.

Replacer le fond du coffret en le maintenant définitivement au moyen des écrous extérieurs des tiges filetées de l'armature fixe ; engager le pivot de l'armature mobile dans la lunette de la rondelle support ; remettre le couvercle en faisant passer la partie supérieure de l'axe de l'armature mobile à travers l'ouverture du collier et fixer à demeure ce couvercle au moyen des deux autres écrous extérieurs des tiges filetées de l'armature non mobile.

Visser et coller le bouton isolant.

Établir les connexions entre les armatures et les bornes.

Fermer enfin le coffret avec les planchettes latérales.

Pour s'assurer des repères de réglage, il est bon de disposer un index à la base du bouton de manœuvre et de tracer au rapporteur sur le couvercle du coffret une demi-circonférence graduée en degrés qui indiquera sous l'index la valeur de la capacité utilisée.

Quatre petites cales en liège collées aux angles inférieurs du coffret en soulèveront légèrement le fond que dépassent les deux écrous maintenant l'armature fixe.

Condensateur-shunt. — Il est nécessaire de placer entre les bornes de la source à 300 volts un petit condensateur fixe de 4 à 5 dix-millièmes de microfarad, destiné à assurer le passage des oscillations susceptibles d'être arrêtées par la résistance intérieure de la pile. Chaque armature est constituée par une feuille de papier d'étain mesurant 1 cm. sur 2 cm. ; elle est isolée de l'armature voisine par une mince carte de mica ; en raison de la haute tension aux bornes du condensateur, il est prudent de ne pas employer le papier comme diélectrique.

Manipulateur. — La valeur relativement peu

élevée du courant coupé par le manipulateur permet d'utiliser pour le poste d'émission à ondes entretenues un interrupteur rudimentaire.

La figure 306 représente un appareil de ce genre. Une simple lame flexible en laiton mesurant 8 cm. de longueur et 1 cm. de largeur est fixée par une de ses extrémités sur une cale métallique reliée à une borne de connexion; cette lame porte à son autre extrémité un plot susceptible d'être amené par une flexion de la lame, commandée par un bouton isolant surmontant le plot, en contact avec une petite enclume métallique reliée à une seconde borne de connexion.

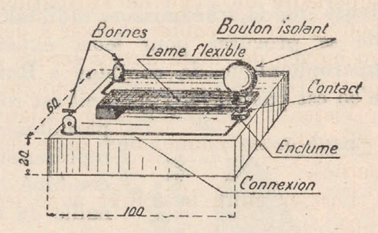


Fig. 306. — Manipulateur.

Ce dispositif, dont la figure 307 donne le détail et

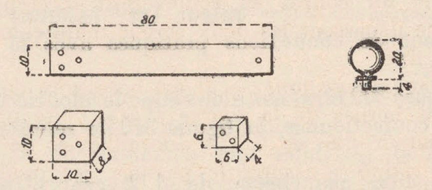


Fig. 307. — Détails du manipulateur.

les dimensions, est monté sur un socle de bois de 2 cm. d'épaisseur, 10 cm. de longueur et 6 de largeur. Les mêmes vis à bois (vis de 2 cm.) maintiennent la lame flexible sur sa cale et fixent cette dernière sur le socle.

Il est facile de régler la course du manipulateur

en relevant par une légère déformation l'extrémité de la lame qui porte le plot de contact ; une bonne manipulation est obtenue avec une course limitée à 1 ou 2 mm.

Microphone. — Nous recommandons aux amateurs que la transmission radiotéléphonique intéresse, de se procurer pour leurs expériences une cellule microphonique de combiné « Burgunder » ; le prix n'en est pas élevé, l'appareil est robuste et fonctionne parfaitement ; la figure 308 représente une cellule de combiné Burgunder à grenaille de charbon.

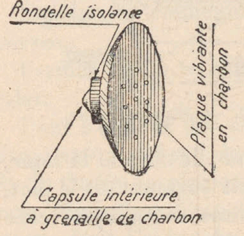


Fig. 308. — Cellule microphonique.

Pour utiliser la cellule microphonique il est indispensable de la fixer sur un support permettant de maintenir l'appareil isolé dans la position verticale à hauteur des lèvres de l'opérateur et assurant l'établissement de connexions pratiques avec le circuit émetteur.

La figure 309 représente en coupe le modèle de support à confectionner, la figure 310 le représente vu de dos.

Dans une planchette de 1/2 cm. d'épaisseur on découpe une couronne ayant pour diamètre intérieur le diamètre de la cellule microphonique et munie d'une queue de 7 à 8 cm. de longueur destinée à servir de poignée à l'appareil.

On découpe, d'autre part, dans un disque de bois de 2 ou 3 cm. d'épaisseur, une lunette conique ayant 8 cm. de grande ouverture et 45 mm. de petite pour constituer un pavillon acoustique destiné à recueillir

devant la plaque du microphone les vibrations sonores.

Le cornet acoustique se fixe sur la couronne simplement au moyen des vis des deux bornes de connexion 1 et 2.

Le pourtour de l'ouverture de fond du cornet dépasse de quelques millimètres le bord intérieur de

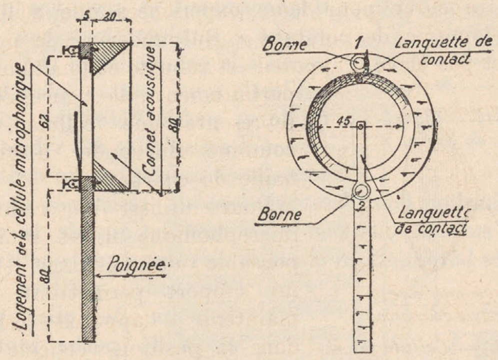


Fig. 309. — Support pour cellule microphonique (coupe).

Fig. 310. — Support pour cellule microphonique (vu de dos).

la couronne et forme avec lui un cadre à cornière où s'encastre la cellule microphonique.

Les bornes de connexion sont solidaires de deux languettes métalliques qui assurent respectivement leur liaison électrique avec la capsule à grenaille et avec la plaque vibrante de la cellule.

Il n'est pas malaisé de construire de toutes pièces un dispositif microphonique et les amateurs qui avec raison trouvent attrayant de réaliser entièrement de leurs mains leurs instruments d'expériences ont, pour la plupart, à leur disposition dans les éléments usagés de petites piles pour lampe de poche tout ce qui est

nécessaire à la confection d'excellents contacts microphoniques.

On se procure tout d'abord une mince planchette de sapin, bien sec et sans nœud, de 1 mm. à peine d'épaisseur, de 8 cm. de longueur et 7 cm. de largeur qu'on polit soigneusement et recouvre d'une couche antihygrométrique de vernis à la gomme laque (fig. 311).

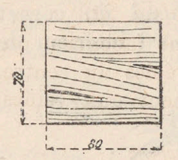


Fig. 311. — Planchette de sapin.

C'est sous cette planchette rigide et particulièrement apte à résonner sous l'effet des vibrations sonores qu'on dispose les contacts en charbon dont les variations de résistance électrique suivent fidèlement les modulations de la voix.

Les bâtonnets en charbon de cornue qui constituent l'électrode positive des éléments de piles pour lampe de poche fournissent à peu de frais les contacts microphoniques. On débarrasse de toute trace de sel et de matière dépolarisante les bâtonnets qu'on veut utiliser en les lavant en bain chaud à l'aide d'une petite brosse ou d'un torchon rugueux ; après quoi on les façonne de la manière suivante :

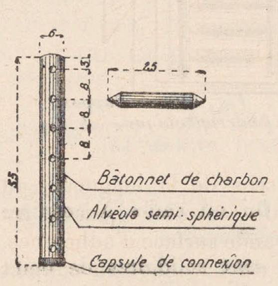


Fig. 312. — Contacts en charbon.

Trois bâtonnets sont taraudés le long d'une génératrice et portent 7 alvéoles demi-sphériques de 2 mm. de profondeur (fig. 312) ; sur l'un des trois bâtonnets les alvéoles sont répétés le long d'une seconde génératrice opposée à la première.

Quatorze barrettes de 25 mm. de longueur, coupées dans des bâtonnets et effilées en cône à leurs deux extrémités sont destinées à relier entre eux les bâtonnets pourvus d'alvéoles comme les barreaux d'une échelle en relient les montants (fig. 313).

Tous les contacts en charbon étant façonnés, on fixe le bâtonnet à deux rangs d'alvéoles au centre de la planchette et perpendiculairement aux veines

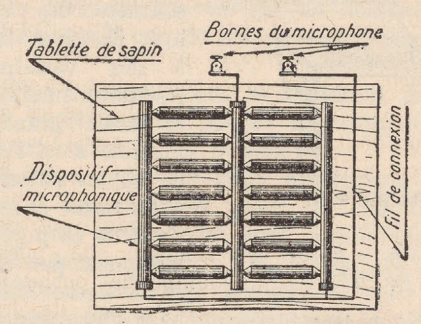


Fig. 313. — Dispositif microphonique.

du bois (orientées dans le sens de la longueur) au moyen de 3 ou 4 gouttes de seccotine épaisse. Au besoin, pour avoir une plus grande surface d'adhérence, on aplanit à la lime l'arête du bâtonnet en contact avec la planchette.

On opère de la même façon pour fixer les deux autres bâtonnets, l'un à droite l'autre à gauche du précédent, en ayant soin de placer les pointes des barrettes de raccord dans les alvéoles qui leur conviennent. Les barrettes ne doivent pas être serrées entre les bâtonnets, leurs pointes doivent pouvoir jouer librement, sans excès, dans les alvéoles.

En conservant sur chaque bâtonnet la petite coiffe

métallique sur laquelle était fixée la connexion de la pile, il est facile d'y souder une nouvelle connexion pour relier le bâtonnet central à une borne et les bâtonnets extérieurs solidairement à une autre.

La planchette de sapin pourvue du dispositif microphonique est ensuite collée par ses bords sur un petit pupitre dont l'inclinaison convenablement déterminée assure aux contacts des charbons une pression favorable à des variations de résistance aussi régulières et aussi grandes que possible sous l'influence de faibles vibrations.

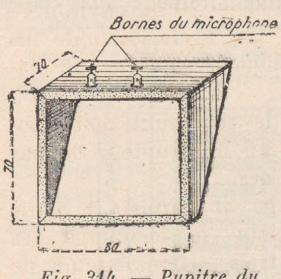


Fig. 314. — Pupitre du microphone.

La forme et les dimensions de ce pupitre sont indiquées par le dessin de la figure 314.

Le côté de la tablette qui porte les organes microphoniques est celui qui doit être placé vers l'intérieur du pupitre.

Il y a avantage à coller la tablette sur tout le bord du pupitre afin d'obtenir une résonance acoustique très nette lorsqu'on parle devant l'appareil.

Pour l'usage, le microphone se pose sur une tablette horizontale feutrée à hauteur des lèvres de l'opérateur.

Self du microphone. — Le microphone peut être monté immédiatement à la suite de la bobine de plaque, mais les variations de résistance que détermine dans l'appareil la vibration des contacts en charbon peuvent être assez grandes pour amener un brusque décrochage des oscillations entretenues et supprimer toute émission. On pare à cet inconvénient en branchant le

microphone non plus à la suite de la bobine de plaque, mais sur quelques spires de cette bobine, disposition facilement réalisable si l'on utilise une bobine à un curseur, ou mieux encore en shuntant le microphone par une petite bobine de self indépendante.

Cette inductance peut être réalisée par un enroulement de même sens que la bobine plaque, en fil de cuivre isolé à la soie de 35/100 — 20 m. environ — bobiné en plusieurs couches sur un faisceau de fils de fer mesurant 8 cm. de longueur et 1 cm. de diamètre.

Fixée sur un petit socle, la self-shunt doit pouvoir être court-circuitée par un interrupteur ou par une barrette reliable aux bornes.

Accumulateurs de chauffage et batterie à haute tension. — On emploie pour le chauffage des filaments une batterie de trois accumulateurs de 60 ampères-heure donnant une tension de 6 volts, un rhéostat de chauffage permet de régler exactement la température d'incandescence la plus favorable, mais n'est pas absolument indispensable.

La batterie à haute tension est composée d'éléments de piles sèches ; mais les petites piles pour lampe de poche ne sont plus ici tout à fait assez robustes ni d'assez grande capacité pour fournir un débit régulier sous une différence de potentiel de 300 volts ; il faut employer des blocs spéciaux — blocs Heinz — ou confectionner soi-même, ce qui est très facile, des éléments de capacité moyenne.

La batterie de piles doit être particulièrement bien isolée du sol ; un défaut d'isolement aurait pour résultat de compromettre le fonctionnement du poste.

Utilisation et réglage du poste à ondes entretenues. — a) *Télégraphie.* — Pour télégraphier, mettre la self du microphone en court-circuit ; allumer les

lampes ; appuyer sur le manipulateur et tourner la manette de réglage du condensateur rotatif jusqu'à ce que l'ampèremètre thermique intercalé sur le circuit d'antenne indique une déviation maxima ; répéter cette manœuvre pour s'assurer que l'aiguille de l'appareil de mesure suit instantanément les mouvements du manipulateur. Régler, au besoin, le chauffage des filaments pour augmenter l'intensité du courant dans l'antenne, ce courant peut atteindre ici $0^{A}5$ à $0^{A}6$ dans les meilleures conditions de réglage.

Il faut manipuler lentement.

A défaut d'ampèremètre thermique, on contrôlera l'émission sur un petit poste à hétérodyne placé dans une pièce voisine ; mais le prix d'un petit ampèremètre thermique de 0 à 1 ampère n'est pas excessif.

b) *Téléphonie.* — Pour téléphoner, bloquer le manipulateur sur son plot de transmission ou mettre ses contacts en court-circuit au moyen d'une petite cale métallique ; ouvrir l'interrupteur ou enlever la barrette court-circuitant le microphone ; accrocher comme il a été dit précédemment les oscillations dans l'antenne par le jeu du condensateur variable en se basant sur les indications de l'ampèremètre thermique. Parler alors lentement et distinctement, suffisamment haut mais sans éclats de voix devant et près du cornet du microphone tenu verticalement, ou au-dessus de la tablette de sapin, si on utilise le microphone à pupitre.

Avec une antenne à deux brins de 60 m., écartés de 3 m. et tendus horizontalement à 8 ou 9 m. de hauteur, la longueur d'onde de transmission réalisable avec le poste décrit est supérieure à 600 m. et peut dépasser 1 200 m. avec l'appoint d'une self additionnelle dans l'antenne.

En utilisant des piles de bonne capacité et des

accumulateurs de chauffage bien chargés, la portée de la transmission peut atteindre et même dépasser 60 km. en télégraphie et 12 en téléphonie, la réception étant naturellement assurée sur amplificateur.

Pour utiliser le dispositif émetteur comme hétérodyne et recevoir avec lui des ondes entretenues de 400 à 2 000 m. environ, il suffit de déconnecter l'antenne et de la relier à un récepteur ordinaire de T. S. F. placé à proximité. On supprime deux lampes, on réduit le courant de chauffage à 4 volts et celui de plaque à 80, puis on accroche, au moyen du condensateur variable, des oscillations locales. Ces oscillations interfèrent avec les oscillations recueillies par le récepteur de T. S. F. et composent avec elles des mouvements de fréquence sonore perceptibles au téléphone.

CHAPITRE XI

TÉLÉPHONIE SANS FIL

La transmission quotidienne par la puissante station radiotélégraphique de la Tour Eiffel, de messages téléphonés comprenant des prévisions météorologiques agricoles pour les différentes régions de la France, des nouvelles de presse, de bourse et de sport, de la musique, de la déclamation et du chant; l'organisation périodique de radio-concerts auxquels participent les meilleurs artistes des théâtres et des concerts de Paris, provoquent partout la plus vive curiosité et font souhaiter à chacun de pouvoir installer à son domicile un récepteur permettant d'entendre les merveilleuses émissions.

Les progrès réalisés ces derniers temps en téléphonie sans fil ont mis cette découverte à la portée de tous et la récente circulaire de M. le Ministre de l'Intérieur aux préfets pour engager les municipalités à faire l'acquisition d'un dispositif récepteur, en vulgarisera les bienfaits jusque dans le plus lointain hameau.

Le jour est proche, maintenant, où les agriculteurs pourront connaître la veille le temps probable du lendemain; où les moindres événements seront partout connus sans retard; où, à la même heure, dans la France entière, des auditeurs émerveillés entendront la voix prodigieuse de la Tour Eiffel apporter au

village l'écho fidèle de l'art des maîtres de la musique et du chant; où les enfants de toutes les écoles auront, par la vertu de cette tour enchantée, des jeudis littéraires à la Comédie-Française et des matinées musicales au Conservatoire....

Quel puissant moyen d'information, de propagande, d'enseignement, d'initiation artistique et littéraire la téléphonie sans fil est dès maintenant susceptible de mettre au service de la nation, si l'appel du ministre est entendu des municipalités et si le gouvernement assure au général commandant notre grand centre radiotéléphonique les ressources indispensables pour l'exécution d'un programme intéressant et varié! Souhaitons pour le plus grand bien de tous, que des deux côtés on dépense la plus grande somme de bonne volonté.

L'acquisition d'un excellent récepteur de téléphonie sans fil ne nécessite nullement une grosse dépense, pas plus que son utilisation n'exige des connaissances spéciales.

On reçoit la radiotéléphonie comme on reçoit la télégraphie sans fil ordinaire : les mêmes appareils et les mêmes dispositifs assurent la réception de l'une et de l'autre; seulement, la puissance rayonnée en téléphonie étant généralement assez faible il est indispensable, dans la plupart des cas, de recourir à l'amplification pour obtenir une audition suffisante des messages téléphonés.

Il ne faut pas s'étonner qu'une communication radiotéléphonique, nécessairement émise sur ondes entretenues, puisse être reçue avec un simple détecteur sans l'emploi d'un tikker ou d'un hétérodyne; c'est qu'en effet les modulations que la voix imprime, par l'intermédiaire du microphone, aux ondes de l'émission, peuvent être révélées par un écouteur

téléphonique, puisqu'elles ont la fréquence audible des vibrations vocales ou instrumentales qui les ont engendrées.

Les éléments d'un récepteur permettant d'entendre les émissions de téléphonie sans fil comprennent toujours, quelle que soit l'importance du poste :

Un appareil recueillant l'énergie rayonnée, ou collecteur d'ondes;

Un dispositif d'accord permettant de tirer le meilleur parti de l'énergie recueillie;

Un révélateur comprenant un détecteur actionnant un écouteur téléphonique et, au besoin, un amplificateur multipliant la puissance de l'énergie captée (amplification en haute fréquence) ou l'intensité des sons perçus (amplification en basse fréquence).

Une question qui nous est très fréquemment posée est la suivante : Quel est le prix de revient d'un récepteur de téléphonie sans fil susceptible d'être utilisé dans n'importe quelle région de France; pouvant y assurer une excellente réception des messages téléphonés et des radio-concerts, qui soit d'une utilisation facile et d'un prix de revient accessible à une bourse moyenne?

Le récepteur qui remplira toutes les conditions énumérées ci-dessus ne pourra être qu'un appareil construit par l'amateur lui-même ou monté par lui avec les pièces détachées dont la vente est libre et dont le commerce est maintenant abondamment pourvu, les appareils complets vendus par les constructeurs restant en raison de leurs prix très élevés un luxe d'amateurs privilégiés, encore ces appareils ne sont-ils nullement supérieurs aux dispositifs économiques qu'on réalise facilement soi-même avec un peu d'attention.

Voici une liste d'accessoires, avec leurs prix, dont

l'ensemble constitue à tous points de vue un récepteur particulièrement avantageux :

Une antenne (fil et isolateurs)	20 f. »
Une bobine de self ou quelques galettes.	20 f. »
Quatre lampes amplificatrices à 17 f. 50 l'une	70 f. »
Un support avec bornes et connexions isolées sous paraffine, pour quatre lampes (F. Duroquier)	50 f. »
Une table de résistances et condensateurs (F. Duroquier).	60 f. »
Un casque téléphonique spécial 8000 ohms (modèle pouvant être utilisé en haut-parleur (F. Duroquier)	70 f. »
Un condensateur variable modèle de haute précision	70 f. »
Un compensateur à trois armatures. .	25 f. »
30 piles Leclanché miniatures à 0 f. 85.	25 f. 50
Un accumulateur (4 volts, 50 AH) de 70 à	90 f. »

Ce devis, dont la somme n'atteint pas le prix d'un phonographe ordinaire, est cependant celui d'une installation absolument complète et ne comprenant que des appareils de choix : lampes « Métal » adoptées par la radiotélégraphie militaire; table de résistances et condensateurs étalonnée par nous-même au milliampèremètre de précision et au capacimètre de Sauty; téléphone de haute sensibilité; condensateur variable de précision en boîtier métallique; accumulateur Tudor ou Dinin.

L'encombrement du poste récepteur équipé avec ce matériel est des plus restreint; chaque accessoire constituant un organe indépendant et amovible, il est commode de modifier le montage de l'installation en quelques instants ou de découvrir la cause d'une

panne de réception en vérifiant sans démontage toutes les connexions.

Un petit appareil à 3 tubulures (fig. 331) portant un pavillon acoustique permet la transformation instantanée de la réception au casque en réception à haut-parleur; trois ou quatre casques peuvent fonctionner en série sur ce dispositif sans diminution appréciable de l'intensité de la réception.

Au besoin, il est possible de compléter l'installation en y ajoutant deux étages d'amplification à basse fréquence pour faire entendre la téléphonie sans fil à tout l'auditoire d'une grande salle.

Le prix de revient de ce récepteur représente comme nous l'avons établi, une dépense encore élevée devant laquelle hésiteront peut-être plus d'un amateur, mais il est juste de considérer que notre inventaire a prévu le cas d'une personne achetant tous les appareils et accessoires de son poste de réception, alors que le plus grand nombre des amateurs construiront eux-mêmes, en s'aidant des conseils et des mesures donnés dans cet ouvrage, la majeure partie de leur matériel et qu'il est ainsi plus raisonnable de tabler sur une dépense de première installation de 150 à 200 f. au maximum. Pour des habitants de Paris ou de la région parisienne, ces chiffres même ne seront presque jamais atteints; par contre, l'amateur des Pyrénées ou du littoral méditerranéen qui, en dépit d'un emplacement défavorable et de son éloignement, voudra recevoir la téléphonie sans fil avec une grande intensité, devra prévoir une dépense supplémentaire pour ajouter à son dispositif un ou deux étages d'amplification.

Une autre question nous est encore aussi souvent posée : A quel genre de collecteur d'ondes faut-il donner la préférence pour recevoir dans les meilleures

conditions, et le plus commodément possible, la téléphonie sans fil? Quelles dimensions doit avoir ce collecteur?

On ne saurait hésiter : l'antenne est de beaucoup préférable au cadre et c'est toujours elle qu'on adoptera lorsque l'emplacement indispensable à son installation ne fera pas défaut; l'antenne aérienne occupe en effet, dans l'espace une étendue plus considérable que le cadre et subit de ce chef une induction plus importante lors du passage des ondes.

Le cadre n'est d'un usage pratique en téléphonie sans fil qu'au voisinage de la station d'émission; à Paris et dans un rayon de 50 kilomètres autour de la capitale on peut utiliser un cadre de 60 cm. de côté portant 45 à 50 spires de fil 10/10 isolé au coton ou à l'émail séparées par un espace de 1/2 cm.; de 100 à 300 km., nous donnerons des dimensions doubles à notre cadre et nous le constituerons par trente-cinq à quarante spires de fil 10/10 séparées par une distance de 5 millimètres. L'enroulement du cadre peut être indifféremment disposé en spirale plate ou en tambour.

A partir de 50 km. il est préférable de renoncer au cadre afin de ne pas compliquer le dispositif de réception et pour conserver une audition suffisamment intense de la téléphonie.

A 300 km. de Paris, lorsqu'on utilise le récepteur à 4 lampes et un collecteur d'ondes aérien comprenant quatre brins de 20 m. (fil de fer ou de cuivre de 2 mm.) espacés de 1 m. 50, l'audition des messages téléphonés et des radio-concerts de la Tour Eiffel est suffisamment intense pour être perçue dans un petit salon au moyen d'un simple pavillon acoustique recueillant les sons des écouteurs téléphoniques.

L'intensité de cette réception ne diminue point si on s'éloigne de Paris, en allongeant les brins d'antenne de 5 m. environ par 100 km. La longueur d'une antenne suffisante pour recevoir en France, Suisse et Belgique, avec bonne intensité, l'émission radiotéléphonique du poste de la T. Eiffel, ne dépasse pas 50 m. quand on utilise le dispositif à 4 lampes.

A Reibelle (Algérie, 2000 km. vol d'oiseau) sur une antenne bifilaire de 60 m. de long et 8 m. de

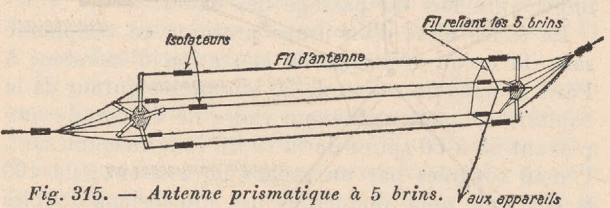


Fig. 315. — Antenne prismatique à 5 brins.

haut, M. Pouget reçoit les radio-concerts parisiens avec la table Duroquier suivie d'un étage BF.

Une antenne recommandable comme efficacité, malgré de faibles dimensions, est l'antenne prismatique à 5 brins (figure 315); nous la recommandons partout où l'espace, pour suspendre une nappe collectrice, sera réduit.

L'antenne prismatique se construit ainsi : 5 brins de 8 à 30 m., suivant l'éloignement du poste émetteur, sont tendus entre les extrémités des branches de deux étoiles formées par 5 lattes de bois de 60 cm. de long fixées sur une planchette pentagonale de 30 cm. de côté et 2 ou 3 cm. d'épaisseur (fig. 316). 6 câbles métalliques partant du centre de chaque pentagone et du milieu des branches suspendent le collecteur.

Les 5 fils collecteurs doivent être isolés sur chaque latte; ils sont reliés électriquement à une de leurs extré-

mités, celle qui est la plus élevée au-dessus du sol; un câble unique les relie aux appareils récepteurs.

La suspension de l'antenne prismatique se fait par

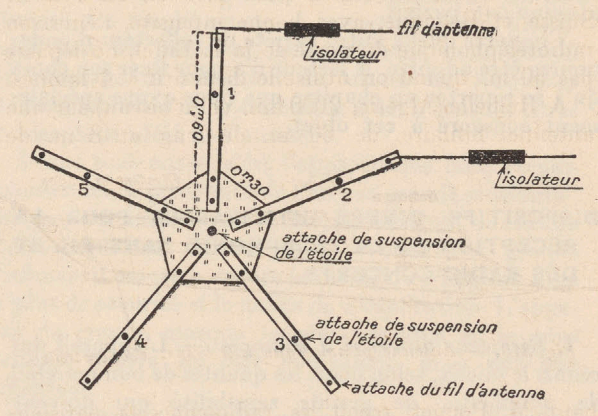


Fig. 316. — Armature de l'antenne prismatique à 5 brins.

l'intermédiaire de deux isolateurs en ébonite ou en porcelaine; personnellement nous préférons à tous les isolateurs du commerce ceux qu'on confectionne

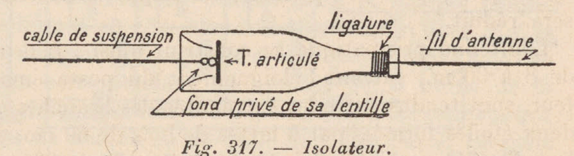


Fig. 317. — Isolateur.

sans frais avec de fortes bouteilles champenoises dont on a fait tomber la lentille du fond (fig. 317); un câble de suspension pénètre dans la bouteille par le fond et s'y accroche par l'intermédiaire d'un T articulé; le fil d'antenne est ligaturé sur le goulot et se trouve

retenu par la bague de verre qui borde l'orifice. Si l'on a pris la précaution de couler dans la bouteille un peu de paraffine fondue, on dispose ainsi d'un isolateur absolument parfait.

N'importe quelle autre variété de collecteur d'ondes pourra être adoptée, le lecteur n'a pour fixer son choix qu'à se reporter au chapitre que nous avons spécialement consacré à cet objet.

DISPOSITIFS DIVERS UTILISABLES POUR LA RÉCEPTION DE LA TÉLÉPHONIE SANS FIL ET DES RADIO-CONCERTS

I. *Récepteur universel à 4 lampes.* — L'appareil qui réunit le mieux, selon nous, les qualités de bon marché, de simplicité, de grande sensibilité qui doivent caractériser un récepteur populaire convenant à tous

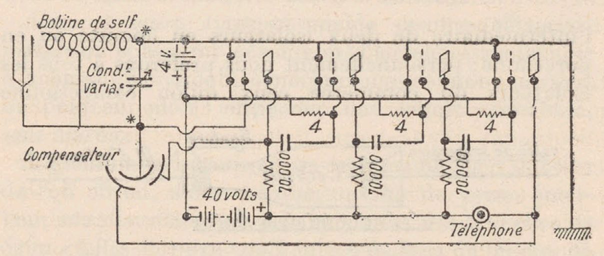


Fig. 318. — Schéma de principe de l'amplificateur à résistances à quatre lampes.

et partout, est le dispositif amplificateur à 4 lampes dont nous avons établi précédemment l'inventaire et que la figure 318 représente schématiquement. Ce récepteur est celui qui donne les meilleurs résultats

en téléphonie; il conserve à la voix son timbre particulier et ne déforme point les sons; insensible aux trépidations qui réagissent si fâcheusement sur les circuits des amplificateurs à basse fréquence, amplifiant peu les parasites, assurant sans modification de montage la réception de toutes les longueurs d'ondes amorties ou entretenues, il est à tous les titres le récepteur idéal de l'amateur.

Avant tout autre, c'est l'appareil que nous recommanderons; à proximité de Paris, sa grande sensibilité, son pouvoir amplifiant énorme, permettront de réduire l'encombrement du collecteur d'ondes; à grande distance, il assurera encore la meilleure réception avec le plus de sécurité et le moins de complication. L'appareil de grande marque le plus pratique et le plus sensible pourra lui être équivalent, mais non pas supérieur.

Les différents éléments qui constituent ce dispositif ont été déjà minutieusement décrit dans le chapitre VII, il serait superflu de revenir ici sur leur construction.

Signalons seulement que les 4 lampes amplificatrices sont rangées sur un pont-support, les filaments montés en parallèle, chaque grille et chaque plaque aboutissant à une borne indépendante fixée sur le bord intérieur du support et marquée d'un numéro de repère correspondant au numéro de la borne de la table des résistances et condensateurs à laquelle chaque borne de plaque ou de grille doit être reliée. Le pont porte également les bornes d'insertion des batteries de chauffage et de tension, ainsi que les bornes d'attache du téléphone.

Nous avons représenté par le diagramme de la figure 319 un plan des connexions à établir pour relier convenablement les divers organes du récepteur; en suivant attentivement ce plan, l'amateur ne pourra

commettre aucune erreur d'assemblage, la mise en état de fonctionnement de son poste ne lui demandera que quelques instants et ne sera pour lui qu'un jeu.

Le plan d'assemblage de la figure 342 devra être également consulté (voir au chapitre XII).

Le pont et la table de résistances sont représentés

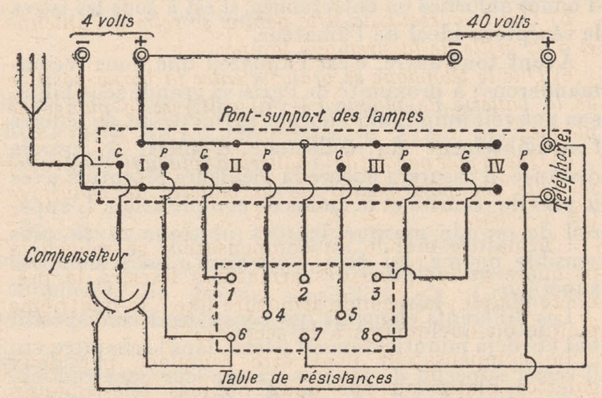


Fig. 319. — Schéma des connexions de l'appareil amplificateur à quatre lampes.

sur le dessin en traits pointillés, les connexions en lignes pleines. Un fil rigide ou souple mais bien isolé (câble lumière, détorsadé) de 8 à 10 cm. de longueur conviendra pour relier les bornes du support aux bornes de la table de résistances. La longueur d'onde utilisée en téléphonie ne nécessite point des connexions extrêmement courtes entre les organes des lampes de réception, aussi n'est-il pas nécessaire de loger la table des résistances sous le support des lampes, il nous semble même plus commode et tout aussi avantageux de la placer devant, telle qu'elle figure sur le plan.

Nous attirons toute l'attention de l'amateur sur la régularité des connexions qu'il devra établir; dûssions-nous encourir le reproche de nous répéter, nous lui rappelons :

a) *Que l'extrémité de l'enroulement de la bobine de self se relie au pôle négatif de la batterie de chauffage des filaments (— 4 volts) et aussi à la terre;*

b) *Que le curseur de cette bobine se relie à l'antenne et à la grille de la première lampe;*

c) *Que le téléphone se branche entre la borne positive de la batterie de plaque (+ 40 volts) et la quatrième plaque;*

d) *Que le pôle négatif de la batterie de plaque (— 40 volts) se relie au pôle positif de la batterie de chauffage (+ 4 volts).*

L'armature mobile du compensateur se relie à la première grille; l'une des armatures fixes, à la première plaque; la seconde armature fixe à la quatrième plaque ou quelquefois à la seconde.

Le compensateur peut être remplacé par deux galettes plates ou par deux bobines télescopiques de 7 à 8 cm. de diamètre, dont les enroulements sont bobinés en sens inverse l'un de l'autre. 15 à 20 spires de fil isolé au coton (fil 6 ou 7 dixièmes) suffisent pour chaque enroulement. Une des bobines est intercalée dans le circuit de la première grille; l'autre bobine, dans le circuit d'une des plaques mentionnées. Un couplage plus ou moins serré des deux enroulements détermine une réaction plus ou moins grande des deux circuits et favorise, suivant la plaque connectée, l'accrochage ou le décrochage d'oscillations locales.

Ni le compensateur, ni ces bobines ne sont indispensables pour la réception de la téléphonie sans fil; beaucoup d'amateurs les suppriment sans aucun désavantage.

Le condensateur variable qu'on insère entre la borne — 4 volts et la première grille, shunte en réalité la bobine de self et permet d'accorder rapidement le circuit oscillant sans avoir à rechercher l'accord par déplacement du curseur sur la self.

Lorsqu'à la place d'une antenne on utilise un cadre, les extrémités du collecteur d'ondes s'attachent aux bornes marquées d'un astérisque sur le schéma de la figure 318; la bobine de self est alors supprimée, mais le condensateur variable doit être conservé.

Les conducteurs reliant la batterie de chauffage aux extrémités des filaments doivent être gros et courts; les fils de la batterie de plaque seront également le plus court possible. Ces batteries seront toujours *parfaitement isolées du sol et des murs*; elles peuvent être rangées sur la table même où sont les appareils ou sur une petite caisse placée sous cette table. Les accumulateurs de chauffage doivent être bien chargés; des filaments insuffisamment incandescents ne donnent qu'une très médiocre amplification; ils doivent être d'un blanc éblouissant.

Utilisation et réglage. — Un accord rigoureux du circuit oscillant de réception étant une condition indispensable pour entendre la téléphonie sans fil, et la réalisation de cet accord demandant un soin assez minutieux, nous conseillons à l'amateur novice de faire un premier essai de son appareil sur une réception d'ondes amorties de 2 600 m., celle d'un des bulletins météorologiques de la Tour Eiffel, par exemple. Il repérera soigneusement la position du curseur d'antenne pour un maximum d'audition, et sera à peu près certain de pouvoir entendre sur ce réglage l'émission radiotéléphonique du poste militaire du Champ de Mars.

D'une manière générale, le meilleur accord est

réalisé pour la réception de la téléphonie sans fil de la station parisienne, lorsque le bourdonnement des générateurs d'ondes de l'émission est faiblement perçu dans l'écouteur. Si ce bourdonnement dominait, on l'éteindrait par une correction de réglage en utilisant le condensateur variable du circuit oscillant et en modifiant très légèrement le jeu du compensateur.

Le téléphone à utiliser sur le poste à 4 lampes est un écouteur de grande résistance (4 000 à 8 000 ohms, par exemple). Cet écouteur sera toujours shunté au moyen d'un petit condensateur fixe de 1/1 000e de microfarad environ (deux feuilles de papier d'étain de trois centimètres sur deux, séparées par une lame très mince de mica.

Pour éviter qu'à la longue le courant continu de plaque qui traverse l'écouteur ne désaimante les pièces polaires, il est prudent de renverser de temps à autre les connexions de cet écouteur ; on peut, dans la même intention, lui adjoindre un des dispositifs de protection C ou D (fig. 251) que nous avons décrits au chapitre des amplificateurs.

On peut ajouter, dans des cas tout à fait exceptionnels, comme celui d'une audition publique, un, deux ou trois étages d'amplification en basse fréquence au dispositif à quatre lampes.

Dans ce cas il y aura avantage à augmenter le voltage de la batterie de plaque qui pourra être porté à 70 ou 80 volts ; toutes les lampes seront alimentées par les mêmes batteries.

On améliore très sensiblement le rendement des étages à BF complétant le dispositif à quatre lampes, en intercalant une pile pour lampe de

poche même usagée dans le circuit de grille du premier étage BF, le pôle négatif de cette pile directement relié à la grille.

Pour la réception des émissions de téléphonie sans fil sur ondes inférieures à 2000 mètres (Levallois, concerts Radiola) il est préférable de relier la 3e borne du compensateur à la deuxième plaque plutôt qu'à la quatrième.

II. *Autres dispositifs.* — Nous avons exposé les raisons qui nous font préférer l'amplificateur à résistances à 4 lampes pour la réception de la téléphonie sans fil ; nous indiquerons, néanmoins, d'autres dispositifs qui pour être moins sensibles ou moins pratiques, n'en sont pas moins recommandables à des titres particuliers.

Fig. 320. — Récepteur de téléphonie sans fil utilisant un détecteur.

Dans Paris, au voisinage de la station du Champ-de-Mars, un bon détecteur à cristaux, un téléphone et une bobine d'accord permettent d'entendre la téléphonie sans fil et les radio-concerts en utilisant simplement comme collecteur d'ondes un grillage ou une canalisation métallique, quelques fils de fer ou de cuivre, tendus parallèlement à 20 cm. des murs et du plafond d'un étage, un câble souple de 8 à 10 m. de longueur suspendu au centre

d'une cage d'escalier, un cadre garni de quelques spires conductrices et convenablement orienté (cadre de $0^{m},50$ de côté portant de 50 à 60 spires de fil 8/10 ou cadre de 1 m. portant de 35 à 45 spires de même fil espacées de 5 mm.).

La figure 320 représente un des schémas de montage les plus avantageux à réaliser avec un récepteur rudimentaire au voisinage de la station d'émission.

La figure 321 reproduit un dispositif un peu plus compliqué, mais plus efficace pour éliminer des perturbations d'induction à proximité de lignes parcourues par de l'énergie alternative. Le condensateur dessiné en traits pointillés aux bornes de la bobine secondaire du Tesla est variable, à dielectrique air, sa capacité doit pouvoir s'établir entre 0 et un millième de microfarad; cet appareil n'est pas indispensable, mais sa présence dans le circuit récepteur en facilite beaucoup le réglage.

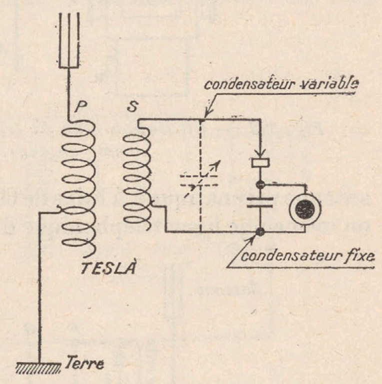


Fig. 321. — Réception de la téléphonie sans fil sur Tesla avec détecteur à cristaux.

A mesure qu'on s'éloigne de Paris il est nécessaire d'augmenter progressivement les dimensions du collecteur d'ondes. A 300 km. il est encore possible de recevoir la téléphonie sans fil, mais faiblement, avec un simple récepteur à cristaux, à la condition d'utiliser

une antenne bien dégagée et de grandes dimensions (antenne en nappe de 3 ou 4 fils mesurant de 90 à 100 m.,

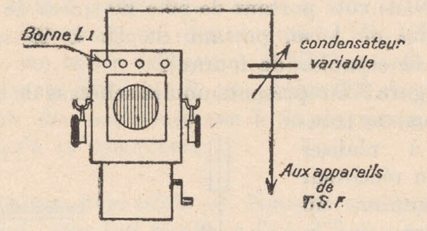


Fig. 322. — Utilisation d'un fil téléphonique d'atonne comme antenne.

antenne prismatique à 5 brins de 60 à 70 m. de longueur) ou même une ligne téléphonique d'abonné entièrement

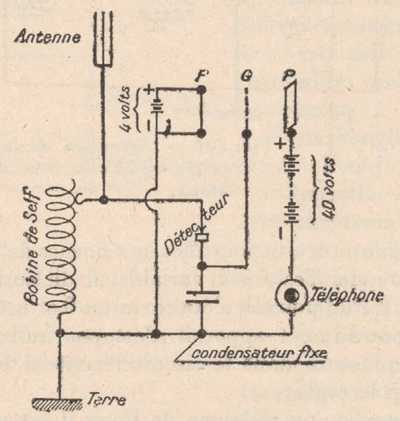


Fig. 323. — Addition d'une lampe amplificatrice à un récepteur à galène.

aérienne reliée aux appareils suivant le schéma de la figure 322 (le condensateur variable intercalé

entre la ligne et les appareils est du type variable, sa capacité doit pouvoir atteindre 2 millièmes de microfarad).

Il est aisé d'améliorer une réception faible obtenue avec les montages des figures 320 et 321, en ajoutant au dispositif un étage d'amplification par lampe à 3 électrodes; le résultat est un renforcement des sons

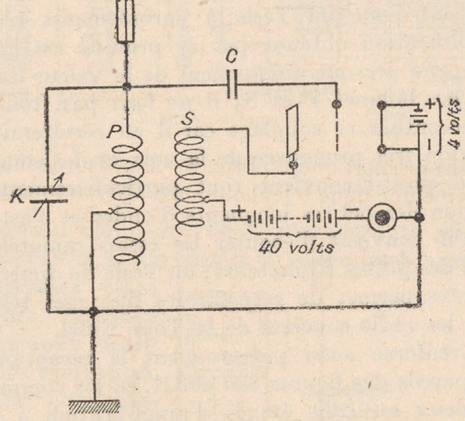


Fig. 324. — Récepteur autodyne réalisée avec un Tesla.

pouvant atteindre 4 à 5 fois la valeur de l'intensité initiale. La figure 323 montre de quelle façon s'opère l'addition d'une lampe amplificatrice au dispositif utilisant une bobine à un curseur; la figure 324, comment on doit relier les électrodes d'une lampe renforçatrice aux éléments d'un poste récepteur en Tesla. Le petit condensateur C représenté sur le schéma est fixe, sa capacité est très petite : deux feuilles de papier d'étain de 2 cm. carrés de surface séparées par une lamelle de mica; le condensateur K est variable

et à dielectrique air, sa capacité doit pouvoir varier de 0 à 2 millièmes de microfarad.

Pour que ce dernier dispositif fonctionne il faudra inverser les connexions de plaque et de la batterie de 40 volts (+ 40 volts) aux bornes de la bobine S, si l'enroulement de cette bobine n'est pas de sens inverse du sens de l'enroulement du primaire P. Autrement dit, le schéma de la figure 324 convient seulement pour un Tesla à enroulements réactifs. L'amplification obtenue par ce procédé est grande, elle dépend presque uniquement de la valeur du couplage des bobines P et S; il ne faut pas, toutefois, trop accentuer ce couplage car il en résulterait une altération très prononcée de la voix et des sons.

Ce dispositif convient tout particulièrement à la réception des petites longueurs d'ondes et c'est avec lui qu'il convient d'écouter les essais radiotéléphoniques des postes d'amateurs; un Tesla de dimensions courantes permet de recevoir les messages téléphonés et les radio-concerts de la Tour Eiffel.

On renforce aussi puissamment la réception sur les appareils des figures 320 et 321, en les complétant avec deux ou trois étages d'amplification à basse fréquence au moyen de petits transformateurs à noyau de fer tels que ceux que nous avons décrits au chapitre des amplificateurs. Le primaire du premier transformateur (transformateur d'entrée) prend la place du téléphone qu'on reporte dans le circuit de la dernière plaque. L'amateur qui ne voudra pas construire lui-même ses transformateurs pourra adopter les petits transformateurs « Ferrix » du commerce qui sont d'un prix très abordable ou les blocs Brunet.

La figure 325 représente un montage autodyne légèrement différent de celui que nous avons décrit

dans le chapitre consacré à la réception des ondes entretenues (constructions d'un hétérodyne). L'appa-

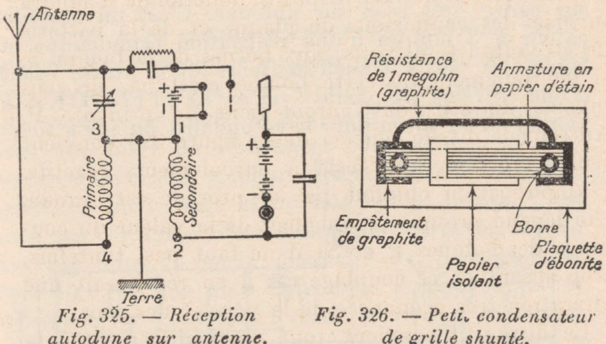


Fig. 325. — Réception autodyne sur antenne.

Fig. 326. — Petit condensateur de grille shunté.

reil nouveau comprend deux enroulements réactifs de même valeur, ayant chacun 65 spires, les dimensions des carcasses étant celles des carcasses de l'appareil décrit page 186 et suivantes.

Un petit condensateur shunté (fig. 326) est intercalé dans le circuit de grille; cet accessoire est facile à réaliser au moyen de deux bandes de papier d'étain se recouvrant sur une surface de 2 cm², séparées par une lamelle de mica et reliées par un trait de crayon au graphite.

Fig. 327. — Réception autodyne sur cadre.

La figure 327 reproduit le même dispositif utilisé avec un cadre.

Un appareil beaucoup plus sensible est représenté par le schéma de la figure 328. Il fonctionne bien sur cadre, très bien sur antenne. C'est un amplificateur à 3 lampes d'une réalisation économique et facile, les petits transformateurs qu'il utilise étant d'une extrême simplicité : 65 m. de fil 12/100 isolé à l'émail ou au coton pour le secondaire, bobiné à tours

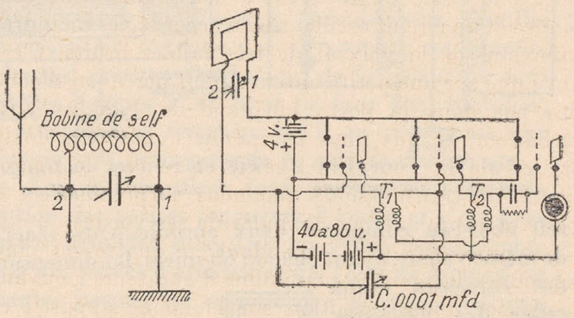


Fig. 328. — Réception sur antenne ou sur cadre avec montage amplificateur en H. F.

jointifs en plusieurs couches séparées par une bande de papier paraffiné sur un anneau de carton de 5 cm. de diamètre et 5 mm. de largeur; autant pour l'enroulement primaire bobiné par-dessus l'enroulement secondaire. Le petit condensateur shunté qui fait fonctionner la 3e lampe en détectrice est celui du récepteur autodyne ; quant au petit condensateur qui fait réagir la première grille sur la deuxième, il doit être variable, à diélectrique air et d'une faible capacité.

Super-régénérateur de Armstrong. — Ce dispositif bon pour la réception sur cadre des ondes courtes, convient mal à celles des ondes au-dessus de 800 m.; son réglage est délicat. L'amateur qui tenterait de recevoir les radio-concerts par ce moyen serait déçu.

HAUT-PARLEURS

L'écoute avec casque téléphonique à double oreillette est de beaucoup le meilleur procédé de réception des messages téléphonés et des radio-concerts. Il permet de saisir, avec le dispositif à 4 lampes utilisant une table de résistances convenablement étalonnée et un circuit oscillant bien accordé, les moindres inflexions de la voix et de très faibles bruits. C'est ainsi que sur une petite antenne nous percevons l'écho des pas dans le poste allemand de Kœnigs-Wusterhausen, et que nous entendons l'opérateur de la station de la Tour Eiffel saisir et remuer le microphone de transmission; que nous surprenons ses *a parte* et jusqu'aux conciliabules de ses voisins.

Ce procédé limite, cependant, à quatre ou cinq personnes le nombre maximum d'auditeurs pouvant bénéficier d'une réception sur le même appareil et implique l'acquisition assez onéreuse d'autant de casques qu'il y a de participants à l'audition; quelques amateurs lui préfère, en conséquence, le procédé de réception en haut-parleur donnant une audition moins claire mais susceptible d'être perçue par tout un auditoire.

Deux sortes d'appareils sont utilisés pour l'écoute en haut-parleur : les *diffuseurs*, simples cornets ou pavillons acoustiques sur lesquels on adapte le téléphone récepteur et les *renforçateurs* qui amplifient, grossissent, mais aussi déforment inévitablement les sons.

Diffuseurs. Le plus économiquement et le plus facilement réalisable des diffuseurs est un cornet de carton découpé selon le croquis et aux dimensions de la figure 329, verni sur sa face intérieure par une

bonne couche de ripolin et ajusté, au moyen d'une petite douille de métal ou d'une bague de roseau, sur la lunette d'un écouteur téléphonique très sensible.

Un pavillon diffuseur plus efficace encore, mais d'une construction un peu plus compliquée, est le modèle que reproduit la figure 330. C'es tune trompé

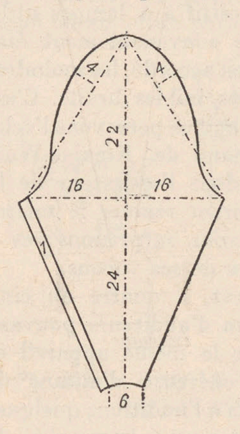


Fig. 329. — Patron de découpage du cornet acoustique (cotes en centimètres).

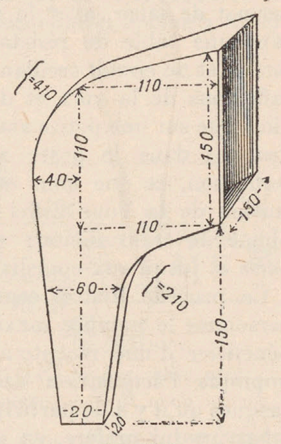


Fig. 330. Pavillon acoustique (cotes en millimètres).

parabolique à ouverture quadrangulaire formée par deux joues en bois découpées aux dimensions du croquis et reliées par deux feuilles de carton, de fer-blanc ou de placage ayant la forme de trapèzes de 2 cm. et 15 cm. de bases et mesurant respectivement 21 et 41 cm. de hauteur environ.

Les parois intérieures du pavillon parabolique doivent être polies et vernies.

La figure 331 représente un diffuseur compound dans lequel le cornet acoutisque reçoit par l'inter-

médiaire de deux tubes conjugués les vibrations des deux écouteurs d'un casque téléphonique. Ce modèle est tout à fait pratique, parce qu'il laisse intacts les

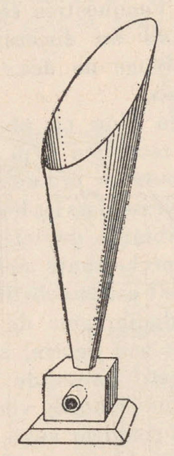


Fig. 331. — Appareil diffuseur à cornet pour audition en haut-parleur de la téléphonie sans fil.

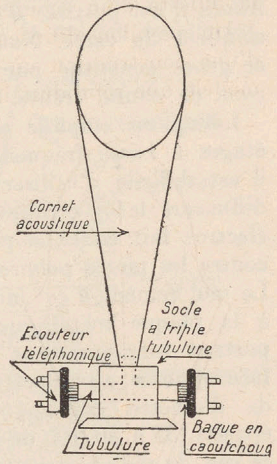


Fig. 332. — Schéma d'utilisation du diffuseur à cornet.

écouteurs qu'il suffit d'appliquer sur la bague caoutchoutée qui termine chacun des tubes collecteurs pour réaliser instantanément un haut-parleur efficace. La pression du ressort serre-tête maintient parfaitement les oreillettes contre l'embouchure des deux tubes collecteurs (fig. 332).

Fig. 333. — Tubulure à trois branches (cotes en centimètres).

L'amateur qui a quelque expérience du travail du verre peut réaliser aisément un diffuseur compound en courbant et en soudant deux

tubes à essai chauffés à blanc dans la flamme d'une lampe à alcool. La figure 333 représente une tubulure à 3 branches obtenue par ce procédé; pour quelques francs il est possible d'en faire l'acquisition chez un souffleur de verre. Nous utilisons un dispositif de ce genre constitué par l'assemblage de deux tronçons de canne creuse en roseau.

Lorsqu'on amplifie au moyen d'un ou plusieurs étages à basse fréquence une réception déjà forte, il est difficile d'utiliser des écouteurs ordinaires en diffuseurs : le fort courant qui traverse alors les bobines-électros fait coller la plaque vibrante du téléphone contre les pièces polaires et empêche toute audition. Le seul remède à cet inconvénient est la substitution à la plaque métallique d'un diaphragme de mica portant soigneusement collé en son centre, sur la face opposée aux électros, un petit disque de 2 cm. de diamètre découpé dans une plaque vibrante épaisse (35 à 40/100 de mm.); il convient aussi, dans ce cas, de réduire sensiblement la résistance ohmique des téléphones, quitte à les shunter avec un condensateur de 1 à 2 millièmes de microfarad.

Renforçateurs. Les renforçateurs conviennent mieux que les diffuseurs pour donner une audition forte dans une grande salle, mais ils déforment considérablement tous les sons. Leur défaut tient au mécanisme même des vibrations sonores; les cordes vocales, les instruments de musique ont une souplesse, une facilité d'accommodation que ne peut avoir un diaphragme rigide ayant une période de vibration invariable et dont les sonorités détonnent d'autant plus que le courant qui les affecte est plus puissant.

L'appareil que représente la figure 334, de réalisation assez facile, est aussi un des types de renforçateurs dont le rendement est le moins défectueux. Il rappelle

par la disposition de ses organes le relai Hidouville décrit au chapitre VII, mais ses dimensions sont doubles des dimensions du relai, ses électros sont faits d'un fil plus gros et moins long et la palette mobile est

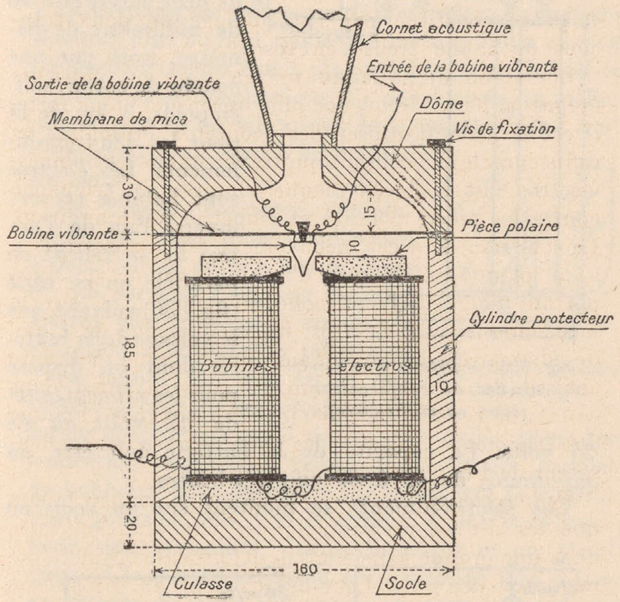


Fig. 334. — Renforçateur pour audition de la téléphonie sans fil en haut-parleur (cotes en millimètres).

remplacée ici par une bobine vibrante solidaire d'un diaphragme en mica.

L'amateur qui voudra doter sa réception du renforçateur représenté sur la figure 334, se reportera pour les détails d'exécution de son appareil aux directions que nous avons données pour construire le relai

Hidouville; il tiendra compte, bien entendu, des mesures nouvelles indiquées par le croquis 335.

Les deux bobines-électros du renforçateur contiennent chacune 300 m. de fil de cuivre de 8/10 de millimètre de diamètre, isolé par une couche de coton; soit, en poids, 3 kg. de fil pour les deux enroulements. Les électros sont bobinés en sens inverse l'un de l'autre; ils se relient en parallèle ou en série (fig. 336) suivant que le voltage de la batterie dont on dispose pour les alimenter est de 12 volts ou de 24 volts. La capacité de la batterie doit être, au minimum, de 40 à 60 ampères-heures.

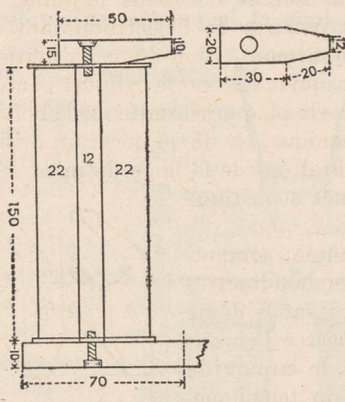


Fig. 335. — Détails d'un électro-aimant du renforçateur (cotes en millimètres).

Les électro-aimants se montent sur un socle en

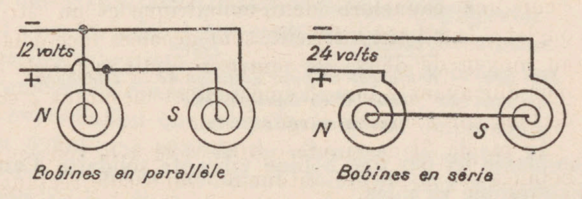


Fig. 336. — Montage des bobines de l'électro-aimant du renforçateur.

bois, en fibre, ou en ébonite; un cylindre de même matière les emboîte entièrement.

Un diaphragme en mica, portant en son centre une petite bobine aplatie en biseau, repose sur le cylindre, le bord aminci de la bobine occupant le milieu de l'entrefer des pièces polaires de l'électro-aimant.

Le diaphragme est surmonté d'un dôme en matière isolante, fibre ou bois, qui le fixe sur le cylindre comme un pavillon isolant fixe la plaque vibrante sur le boîtier d'un écouteur téléphonique. Ce dôme porte un orifice central par où les vibrations de la lame de mica sont transmises à un cornet acoustique diffuseur.

La bobine biseautée communique par deux fines boudinettes à deux bornes placées sur le dôme et qui servent à insérer l'enroulement vibrant dans le circuit de réception à la place du téléphone.

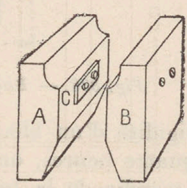


Fig. 337. — Matrice de bobinage.

La bobine vibrante est le seul organe délicat du renforçateur; sa forme spéciale en profil de couteau exige, pour une confection régulière, l'emploi d'une petite matrice de bobinage dont la figure 337 représente le modèle. Deux joues en bois A et B portant à leur bord supérieur une cannelure demi-cylindrique et un étroit onglet à leur bord inférieur, sont accolées face à face au moyen de deux vis contre un petit rectangle de boir dur ayant 2 mm. d'épaisseur et mesurant 2 cm. de long sur 1 cm. de large.

15 m. de fil de cuivre 6/100, isolé à la soie, sont bobinés sur ce moule autour du minuscule rectangle de bois qui maintient les joues à leur écartement. L'enroulement prend naturellement autour de ce noyau la forme que reproduit de face et de profil la figure 338; dans la partie supérieure de la matrice les spires se ramassent en faisceau arrondi, dans la

partie inférieure elles s'étalent au contraire pour former une dent aplatie.

Il faut prendre soin, au cours du bobinage, d'imprégner fréquemment le fil avec du vernis à la gomme laque, de façon que l'enroulement terminé offre la

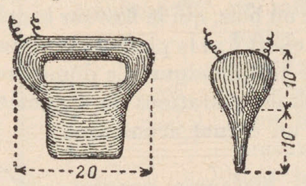


Fig. 338. — Bobine vibrante vue de face et de profil.

rigidité d'un bloc. On laisse sécher au moins vingt-quatre heures, on démoule et on introduit la partie arrondie de la bobine dans une petite gouttière en laiton portant en son milieu un ergot fileté; quelques gouttes de seccotine fixent l'enroulement dans ce

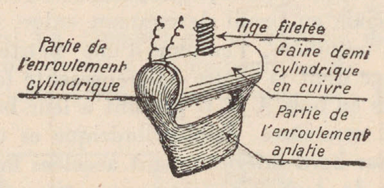


Fig. 339. — Bobine vibrante fixée sur son support.

crampon (fig. 339), qu'on assujettit ensuite au centre du diaphragme par deux rondelles de laiton serrant la plaque de mica sous la pression d'un petit écrou vissé à bloc sur l'ergot fileté. Ainsi tout déplacement de la bobine entre les pièces polaires de l'électro-aimant affectera le diaphragme solidaire de la bobine.

Utilisation et réglage. Le montage du renforçateur dans un circuit de réception est très simple : on insère

la petite bobine vibrante dans le circuit de la dernière plaque à la place du téléphone. Il y a intérêt à shunter cette bobine au moyen d'un petit condensateur de 1 demi-millième ou 1 millième de microfarad, elle doit

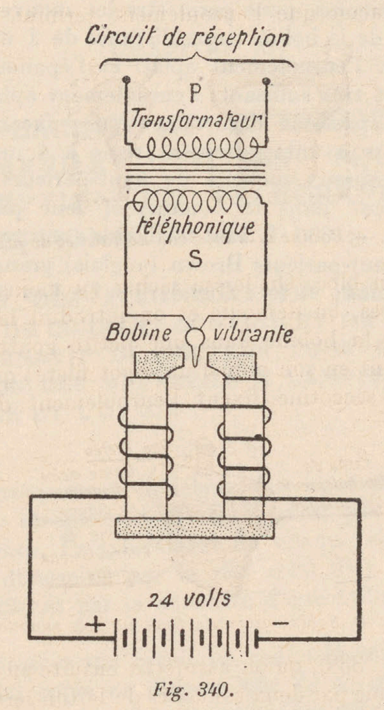


Fig. 340.

être montée sur le secondaire d'un transformateur téléphonique dont le primaire est inséré dans le circuit de la dernière plaque amplificatrice (fig. 340).

La construction de ce transformateur téléphonique a été décrite à la page 233, chapitre III.

La partie aplatie de la petite bobine vibrante devra toujours être placée bien au centre de l'entrefer qui sépare les épanouissements polaires de l'électro-aimant; cet entrefer sera aussi faible que possible mais suffisant, néanmoins, pour permettre les mouvements de vibration de la bobine; une distance de 1 mm. entre la face de l'enroulement aplati et l'épanouissement polaire est très suffisant; l'enroulement aplati ayant 2 mm. d'épaisseur l'écartement des faces polaires pourra être avantageusement réglé à 4 mm.

De nombreux modèles de haut-parleurs existent actuellement dans le commerce; leur prix varie entre 300 et 600 f. Les meilleurs sont représentés par les haut-parleurs Brown (anglais) grand modèle à 4000 ohms; et le « Gueulard » Le Las (français).

CHAPITRE XII

GROUPEMENT ET ENTRETIEN DES APPAREILS UTILISÉS POUR LA RÉCEPTION EN TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONIE SANS FIL

CHARGE DES ACCUMULATEURS ET UTILISATION DU COURANT CONTINU ET DU COURANT ALTERNATIF DE SECTEUR POUR L'ALIMENTATION DES APPAREILS A LAMPES. — L'ANTENNE ET L'ORAGE

Un groupement judicieux des appareils sur une table de réception de T. S. F. n'est pas chose sans importance, l'emplacement de chaque élément doit y être déterminé par le rôle qu'il doit jouer dans l'ensemble et par la nécessité d'une utilisation commode.

L'opérateur qui reçoit un radiotélégramme et qui en prend copie ne dispose que de sa main gauche pour la manœuvre des appareils d'accord et de réglage, il s'ensuit que ces instruments doivent être toujours placés à sa gauche et que les curseurs, manettes, interrupteurs doivent se trouver de ce côté à portée de la main.

L'enroulement primaire d'un transformateur de

réception (Tesla) devant être soustrait à l'induction de la bobine de self d'antenne, on ne disposera jamais ces deux appareils parallèlement ni dans le prolongement l'un de l'autre.

Un dispositif hétérodyne, au contraire, a sa place au voisinage du circuit oscillant du détecteur qu'il doit influencer.

Les amplificateurs qui ne nécessitent aucun réglage

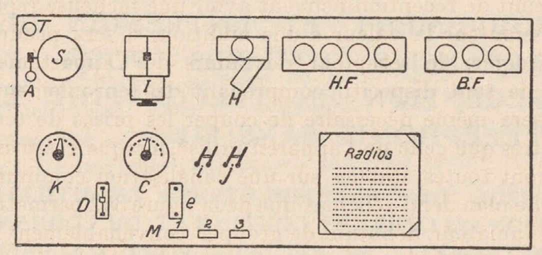


Fig. 341. — Groupement des appareils récepteurs sur une table de T. S. F.

A, Mâchoire de fiche d'antenne; — T, Prise de terre; — S, Bobine de self d'antenne; — I, Transformateurs de réception (Tesla); — K, Condensateur d'antenne; — C, Condensateur du circuit détecteur; — D, Détecteur; — *e*, Condensateur-shunt du téléphone; — H, Hétérodyne; — HF, Amplificateur H. F; — BF, Amplificateur B. F; — *i j*, Commutateurs pour HF et BF; — M, Mâchoires pour le téléphone; 1 détecteur; 2 HF; 3 BF.

particulier, peuvent occuper le fond et la droite de la table dont le devant reste libre pour porter l'écritoire (fig. 341).

Les piles et les accumulateurs seront rangés sous la table sur une planchette isolée du sol.

Lorsqu'on dispose d'appareils d'émission, ceux-ci doivent se trouver immédiatement sous l'entrée de poste.

Les différentes connexions qui relient les appareils entre eux seront toujours aussi courtes que possible;

elles ne devront pas se chevaucher sans nécessité. On les établira avec un conducteur gros et bien isolé (fil lumière 10 à 15 dixièmes). Ces connexions devront être vérifiées de temps à autre pour s'assurer du bon état des contacts; on vérifiera par la même occasion la propreté des bornes et des curseurs.

En téléphonie sans fil où la moindre perte d'énergie, la plus faible réaction d'un circuit non accordé sur le circuit de réception peuvent avoir une fâcheuse répercussion sur la valeur d'une audition, il sera prudent d'éloigner le récepteur des murs de l'appartement et de tout dispositif comprenant des enroulements; il sera même nécessaire de couper les prises de terre autres que celle de l'appareil utilisé, lorsque ces prises seront toutes établies sur une canalisation commune.

Le plan demi-schématique de la figure 342 permettra à l'amateur débutant de grouper convenablement les différents organes du poste récepteur de téléphonie sans fil à 4 lampes et d'en établir rapidement les connexions.

Afin de ne pas embrouiller notre schéma, nous n'y avons fait figuerr que les connexions extérieures qu'il y aura lieu d'établir tout d'abord. Les connexions intérieures qui doivent relier les grilles et les plaques des différentes lampes aux bornes de la table des résistances et condensateurs de liaison se feront ensuite; elles ne présentent d'ailleurs aucune difficulté : la plaque de la première lampe PI se relie à la borne 6 de la table de résistances; GII, à la borne 1; PII, à la borne 4; la connexion du point commun des batteries à la borne 2; GIII à la borne 5; PIII à la borne 8 et GIV à la borne 3, la connexion positive des 40 volts à la borne 7.

Une revue minutieuse des appareils s'impose à intervalles réguliers et pour déterminer la cause d'une panne de réception.

On s'assurera : que le détecteur n'a point perdu sa sensibilité, soit que la pointe de contact ait besoin après un long usage d'être rafraîchie, soit que la matière rectifiante ait besoin d'être nettoyée, ou ait

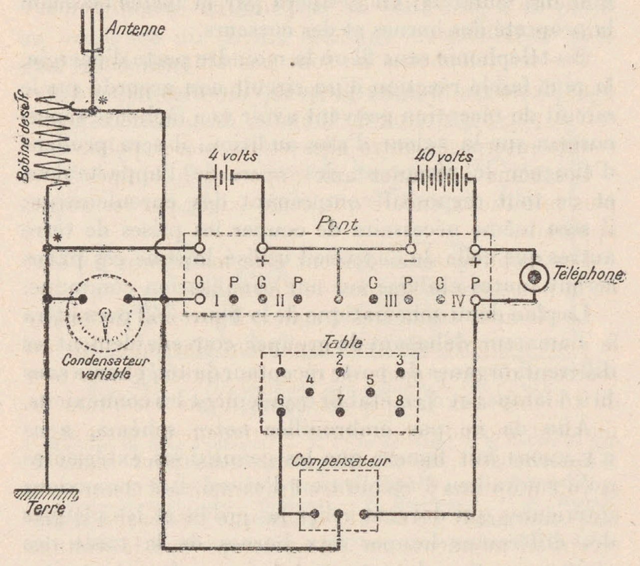


Fig. 342. — Groupement des différents organes du poste récepteur de téléphonie sans fil à 4 lampes.

été endommagée par des décharges atmosphériques violentes ou par une transmission voisine;

Que les enroulements des appareils d'accord sont en bon état, que les spires ne se chevauchent point, que le frottement des curseurs n'a pas détérioré l'isolement du fil et mis quelques spires en court-circuit;

Que les balais des manettes frottent bien sur les

plots, que ceux-ci sont propres et en bonne liaison électrique avec les organes qu'ils commandent;

Que l'isolement des condensateurs fixes n'est pas défectueux, que les lames des armatures mobiles des condensateurs variables se pénètrent régulièrement sans se toucher;

Que les téléphones ne sont pas abîmés; leurs cordons desserrés, que les plaques vibrantes ne sont pas calées par des grains de limaille, de poussière ou de rouille interposés entre elles et les pièces polaires.

Les soins à donner aux appareils à lampes sont plus minutieux encore que ceux exigés par les autres appareils.

Les amplificateurs doivent être maintenus à l'abri de la poussière et surtout de l'humidité.

Les lampes étant très fragiles, il est bon de placer le pont support sur une suspension élastique, sur un morceau de drap épais ou de toile ouatée. On évitera de toucher aux lampes au cours d'une réception, le filament incandescent étant extrêmement cassant.

Un rhéostat de chauffage est utile pour régler à sa valeur optima le chauffage des lampes à 3 électrodes. C'est une grave erreur de croire que l'intensité d'une réception augmente en même temps que le voltage appliqué au filament; un chauffage trop poussé donne une réception médiocre, parfois nulle et abrège considérablement la durée de la lampe.

La place la plus avantageuse du rhéostat de chauffage est du côté du pôle négatif de la batterie de 4 volts; cet accessoire indispensable sur un amplificateur basse fréquence à transformateurs l'est beauboup moins sur un amplificateur à résistances.

Un potentiomètre réglant le voltage de la batterie de plaque peut amélioter sensiblement le rendement d'un amplificateur.

Une connexion défectueuse, le mauvais contact d'une manette sur un plot, d'un curseur sur les spires du circuit oscillant déterminent des sifflements ou des bourdonnements couvrant toute réception avec les amplificateurs.

Dans les amplificateurs à résistances, la détérioration de la résistance de 3 à 4 mégohms fait très souvent siffler l'appareil et rend toute réception impossible.

Un accident analogue se produit lorsque la batterie de plaque est défectueuse par suite de polarisation ou par suite de mauvais contact entre différents éléments; les blocs de piles sèches sont sujets à des dérangements de ce genre — le mieux est encore d'utiliser une batterie de petites piles Leclanché. Il existe depuis peu dans le commerce de très petites piles Leclanché excellentes pour constituer une bonne batterie de plaques et d'un prix de revient peu élevé. Nous ne saurions trop recommander à l'amateur de se confectionner ainsi une batterie à haute tension (trente de ces petits éléments suffisent pour l'appareil à 4 lampes, leur prix de revient est de 0 f. 80 par élément). Ces piles minuscules ont une durée illimitée; l'électrode négative, la seule qui se détériore à l'usage, peut être remplacée pour quelques centimes.

Quelques amateurs se heurtent à des insuccès répétés dans l'emploi d'un amplificateur à résistances pour détecter les ondes entretenues, parce qu'ils introduisent dans les circuits des capacités beaucoup trop grandes en utilisant des condensateurs mal étalonnés. Nous leur recommandons d'adopter des appareils toujours construits selon les données fournies en même temps que les schémas de montage.

Les accumulateurs seront l'objet d'une surveillance

toute particulière; ces appareils doivent être toujours chargés à fond; même lorsqu'ils ne sont pas utilisés il sera nécessaire de les faire recharger tous les trois mois.

Il importe de vérifier très souvent le voltage des éléments d'accumulateurs. En pleine charge chaque élément simple doit accuser un voltage de 2 volts 5;

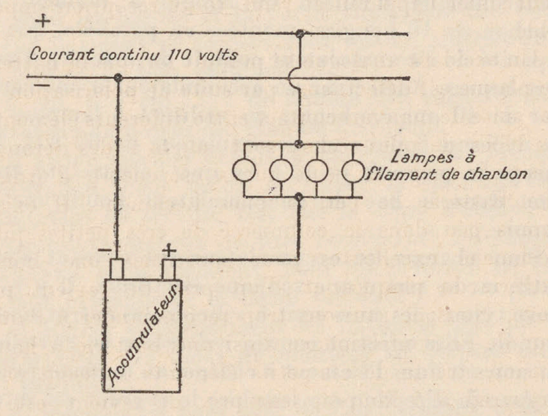


Fig. 343. — Charge d'un accumulateur sur courant continu.

dès que la charge est interrompue, ce voltage élevé ne se maintient pas. Il demeure longtemps aux environs de 2 volts par élément, puis baisse progressivement pendant la décharge.

Cette décharge doit être arrêtée lorsque le voltage, mesuré en *débit*, descend à 1 volt 8 par élément.

La charge d'un accumulateur peut être effectuée soit sur un circuit à courant continu, soit sur un circuit à courant alternatif en redressant ce courant.

Le schéma de la figure 343 indique les connexions à établir et les précautions à prendre pour recharger

des accumulateurs sur courant continu. Le pôle négatif de la canalisation — pour reconnaître les pôles on se sert d'un papier cherche-pôles, ou d'un voltmètre à cadre mobile et à aimant — est relié directement à la borne négative (peinte en noir) de l'accumulateur; le pôle positif de la canalisation est relié à la borne positive (peinte en rouge), mais par l'intermédiaire d'autant de lampes à filament de charbon de 16 bougies, montées en parallèle, que la capacité de l'accumulateur compte de dizaines d'ampère-heures. Ainsi pour un accumulateur d'une capacité de 40 ampère-heures on utilisera 4 lampes; on en utilisera 6 pour un accumulateur de 60 AH. La charge se poursuit jusqu'à ce que l'électrolyte contenu dans le bac de l'accumulateur bouillonne et mousse.

Pour charger un accumulateur sur courant alternatif, on se sert d'une soupape électrique. Il y en a deux types : les unes sont à vibreur, les autres sont à liquide. Elles agissent comme redresseur en envoyant du courant dans l'élément à charger au moment précis et dans la direction convenable; le courant est interrompu automatiquement dès que le sens tend à changer.

Nous recommandons tout particulièrement aux amateurs qui disposent de l'alternatif pour recharger leurs accumulateurs, l'emploi du relai-redresseur *Lindet*, d'un prix très abordable et qui fonctionne parfaitement avec un rendement très économique.

Il est facile de reconnaître qu'un accumulateur arrive à fin de charge d'après les indices suivants : *a*) le voltage, mesuré pendant la charge, atteint 2 v. 5 par élément; *b*) le bain d'eau acidulé pèse 28° Baumé; *c*) les plaques positives ont une coloration brun chocolat; les plaques négatives un ton gris métallique.

Le régime normal de charge d'un accumulateur

est d'environ 1/10 de sa capacité, ainsi le régime de charge d'un accumulateur de 60 ampère-heures pourra atteindre 6 ampères.

Le régime de décharge devra toujours rester au-dessous de cette valeur.

On évitera la décharge lente des accumulateurs hors circuit en badigeonnant de vaseline ou d'huile de ricin les bornes et la partie supérieure des bacs.

Les batteries se conserveront mieux, abritées dans un coffret de bois paraffiné.

1 cm. à 1 cm. 1/2 de liquide sera constamment maintenu au-dessus des plaques de plomb.

Il arrive que par défaut de charge ou par manque d'entretien (soit qu'on ait laissé la batterie trop longtemps en service, soit que le degré d'acidité de l'électrolyte marque un titre insuffisant), les plaques s'altèrent et se sulfatent. Pour les remettre en état il faut procéder de la façon suivante :

a) Rincer soigneusement les batteries afin de les débarrasser des amas de matières en suspens entre les plaques;

b) Remplir les bacs avec de l'eau acidulée à faible pegré (6° Baumé);

c) Mettre immédiatement en charge à petit régime (environ 1/2 ampère par 10 AH de capacité et prolonger la charge durant 100 heures;

d) Quand toute trace de sulfate a disparu, rincer de nouveau rapidement les accumulateurs, les remplir d'eau acidulée à 10° Baumé et charger au régime normal.

L'acquisition et l'entretien des accumulateurs sont deux considérations qui préoccupent à juste titre les amateurs de T. S. F. Les uns hésitent, devant un prix d'achat effectivement élevé; d'autres, devant la difficulté ou l'impossibilité de faire recharger sur place une batterie.

S'il est tout à fait pratique et même avantageux d'utiliser comme courant de plaque le débit de quelque piles miniatures à bon marché, on ne peut songer à employer des piles, fussent-elles de très grande capacité, pour entretenir l'incandescence de filaments

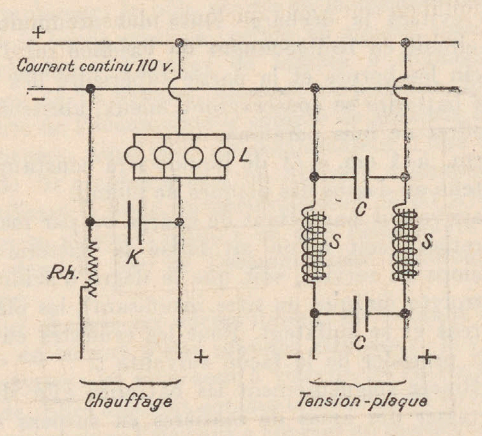


Fig. 344. — Utilisation du courant continu de secteur pour alimentation des appareils à lampes.

consommant près d'un demi-ampère de courant et exigeant un voltage rigoureusement constant.

Une grande pile au bichromate ou au sulfate de cuivre peut, pour un temps très court, alimenter un ou deux tubes à vide; mais, sans tenir compte de la dépense énorme à laquelle cette expérience aboutit, ce serait encore une bien mauvaise opération, au point de vue fonctionnement, que de substituer une telle source électro-motrice à des accumulateurs.

Lorsqu'on dispose du courant continu ou du courant alternatif d'un secteur d'éclairage, on peut se

passer d'accumulateur et alimenter un appareil amplificateur sur ce courant, mais cette utilisation ne va pas sans quelques complications dans le circuit de réception et n'assure pas toujours un rendement satisfaisant, surtout en téléphonie.

Quoiqu'il en soit, voici quelques plans de montage, choisis parmi les plus simples ou les meilleurs, qui

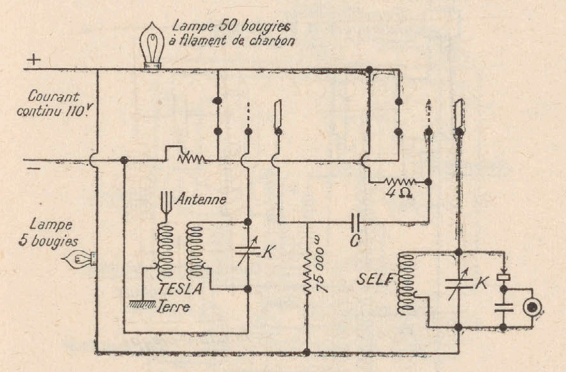


Fig. 345. — Utilisation du courant continu pour chauffage des filaments et tension de plaque. Montage de M. Moye.

permettront à l'amateur de tenter quelques essais, si la curiosité lui en dit.

La figure 344 représente le schéma d'une installation permettant d'emprunter à un secteur à courant continu 110 volts, la force électro-motrice nécessaire pour le chauffage de filaments et pour assurer la tension du circuit de plaque. Rh est un rhéostat de réglage ordinaire; K, un condensateur fixe de deux microfarads; L, un banc de lampes de 25 bougies à filament de charbon, montées en parallèle, — il faut utiliser autant de lampes que le dispositif à alimenter comporte de tubes à vide. En S est représenté un

enroulement selfique à noyau (prendre pour chacune des selfs S une des bobines d'un écouteur téléphonique de 2 000 ohms) ; C et C sont des condensateurs fixes de deux microfarads.

La figure 345 reproduit une bonne combinaison

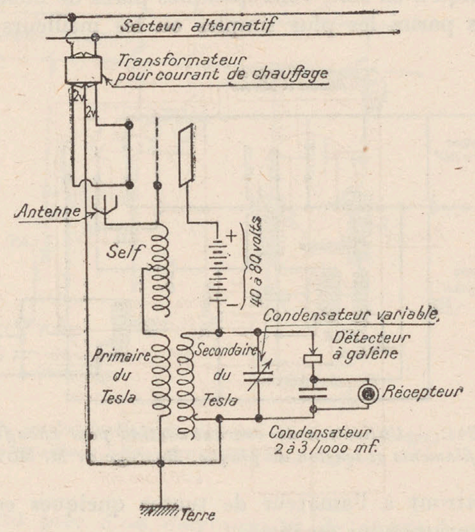


Fig. 346. — Utilisation du courant alternatif de secteur pour chauffage d'un filament.

de montage sur courant continu, due aux recherches de M. Moye. Ce dispositif, bien réglé, fonctionne convenablement ; mais exige l'accord de deux circuits oscillants.

La figure 346 représente une réception sur Tesla avec détecteur à cristaux complété par un étage d'amplification ; la lampe amplificatrice empruntant son courant de chauffage à un secteur alter-

natif, par l'intermédiaire d'un petit transformateur « Ferrix ».

Le schéma 347 représente la même réception amplifiée, uniquement alimentée par le courant alter-

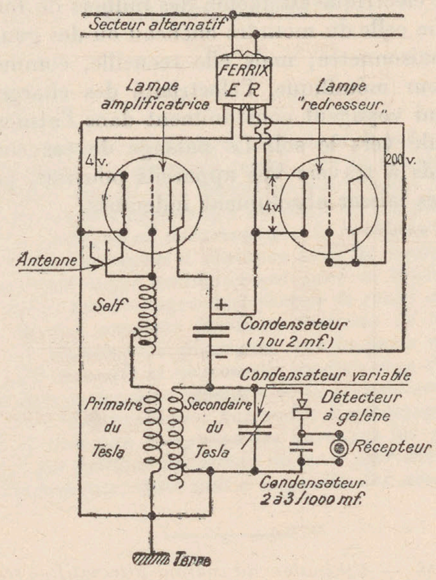


Fig. 347. — Dispositif de réception utilisant un transformateur Ferrix pour son alimentation sur courant alternatif.

natif, redressé dans le circuit de plaque par l'intermédiaire d'une valve-audion.

Et maintenant un dernier conseil : chaque fois que vous quittez votre table de réception, assurez-vous bien que les circuits de piles et d'accumulateurs sont ouverts ; la durée des lampes comme celle des sources qui les alimentent est limitée, il est inutile et onéreux de l'abréger en pure perte.

N'oubliez pas non plus de mettre votre antenne à la terre. Une antenne de T. S. F. n'attire pas plus l'orage que ne le font un fil téléphonique, une canalisation d'éclairage ou un simple tuyau de poêle, sa capacité électrique est même des milliers de fois plus faible que celle du moindre chéneau ou des gouttières d'une maisonnette; mais elle recueille, comme tout conducteur métallique, l'électricité des charges statiques qui voyagent constamment dans l'atmosphère et l'écoule vers le sol. Le passage de ces courants vagabonds à travers vos appareils pourrait, parfois, ne pas les laisser absolument indemnes.

BIBLIOGRAPHIE

Un grand nombre d'ouvrages d'étude et de vulgarisation ont été publiés, ces derniers temps, sur la télégraphie et la téléphonie sans fil. Ces traités ou manuels ont tous leur mérite; la plupart exposent à un point de vue particulier théorique, pratique ou documentaire, le problème des communications électriques à distance sans fil conducteur et se complètent ainsi mutuellement sans se répéter. Une collection de ces ouvrages doit former le fonds de bibliothèque de tout amateur curieux, désireux de bien connaître les phénomènes physiques sur lesquels repose la télégraphie nouvelle et de pouvoir répéter sans difficultés les expériences les plus récentes de la transmission et de la réception télégraphiques par ondes électromagnétiques.

La liste suivante comprend les ouvrages les plus nouveaux ou des éditions anciennes mises à jour des derniers perfectionnements; tous sont à la portée des amateurs.

A. Berget. *La télégraphie sans fil*, Hachette, Éditeur.

Ouvrage figurant dans la Collection de la « Bibliothèque des Merveilles »; étude générale sur la télégraphie et la téléphonie sans fil et les problèmes qui se rattachent aux phénomènes de la résonance électrique. Excellent ouvrage de vulgarisation.

A. Chazelle. *T. S. F.*, Librairie H. Desforges, Paris.

Petit manuel très simple à l'usage des débutants.

Franck Duroquier. *Éléments de télégraphie sans fil pratique.* Dunod, Éditeur.

Ouvrage honoré de souscriptions ministérielles, admis sur la liste des ouvrages destinés aux bibliothèques des Écoles Normales et des Écoles Supérieures, au courant des derniers perfectionnements.

Lucien Fournier. *La télégraphie sans fil*, Garnier frères, Éditeurs.

Ouvrage très clair, bien documenté, œuvre de vulgarisation.

C. Gutton. *Télégraphie et téléphonie sans fil*, Collection Armand Colin.

Manuel tout à fait remarquable par sa précision et sa clarté; au courant des derniers perfectionnements de la radiotélégraphie.

Pierre Louis. *La T. S. F. par les tubes à vide*, Librairie Vuibert.

Étude très complète des postes à lampes; ouvrage technique mais de lecture facile.

P. Maurer. *Radiotélégraphie pratique et radiotéléphonie*, Dunod, Éditeur.

Ouvrage très complet et documenté; exposition très claire et bien ordonnée des principaux appareils de T. S. F.

E. Monier. *La télégraphie sans fil, la télémécanique et la téléphonie sans fil*, Dunod, Éditeur.

Ouvrage de vulgarisation bien à la portée de tous, complété par un petit manuel pratique.

J. E. Murray, traduction H. Magniez. *Manuel théorique et pratique de la télégraphie sans fil*, Dunod, Éditeur.

Étude importante sur la radiotélégraphie, ouvrage de fonds à l'usage des ingénieurs, électriciens et étudiants.

A. Perret-Maisonneuve. *La télégraphie sans fil et la loi*, Librairie H. Desforges.

Étude de jurisprudence tout à fait remarquable complétée par un précis bien documenté. C'est le premier et l'unique ouvrage de ce genre publié en France.

G.-E. Petit et Bouthillon. *La télégraphie et la téléphonie sans fil*, Librairie Delagrave.

Résumé complet et clair des différents problèmes de radiotélégraphie, ouvrage de fonds mais accessible à tous, à jour des derniers perfectionnements.

Jean Rémaur. *Notions élémentaires de T. S. F. et construction pratique de postes récepteurs*, Librairie H. Desforges.

Ouvrage de vulgarisation pratique, bien à la portée des amateurs.

E. Rothé. *Les applications de la télégraphie sans fil*, Berger-Levrault, Éditeurs.

Traité pratique excellent pour la réception des signaux horaires et des radiotélégrammes météorologiques, à jour des derniers perfectionnements.

Joseph Roussel. *Le livre de l'Amateur de T. S. F.*, Librairie Vuibert.

Ouvrage très clair, un des meilleurs manuels à acquérir.

C. Tissot. *Manuel élémentaire de télégraphie sans fil*, A. Challamel, Éditeur.

Étude à la fois théorique et pratique de la télégraphie sans fil; ce manuel est écrit très simplement et peut être compris par tous.

A. Verdurand. *Théorie simplifiée de la télégraphie sans fil*, H. Dunod, Éditeur.

Analyse originale des phénomènes électriques sur lesquels repose la télégraphie sans fil.

Georges Viard. *Cours élémentaire de télégraphie sans fil*, Librairie de l'Enseignement technique.

Résumé des cours professés par l'auteur à l'École supérieure des P. T. T. Peut être lu avec profit par tous.

Nomenclature officielle des stations radiotélégraphiques, éditée par le Bureau international de l'Union télégraphique à Berne.

Liste par ordre alphabétique des stations de terre et des postes de bord avec leur indicatif d'appel — leur situation géographique — les heures de service et le genre de trafic — la longueur d'onde utilisée pour la transmission.

Coulommiers. — Imp. Paul BRODARD. — 913-8-22.

Troost et Péchard ; si celui-ci est une petite encyclopédie qu'il restera toujours nécessaire de consulter, cette CHIMIE ÉLÉMENTAIRE sera pour les étudiants, les jeunes chimistes et les amateurs, un instrument de travail qui leur faisait défaut jusqu'à présent.

D'ailleurs cet ouvrage est un Précis de Chimie **complet**, *qui forme un tout et par conséquent convient à tous.* L'on peut y trouver des renseignements très nombreux sur tout ce qu'il est utile de connaître dans la pratique. Son plan, son but, sa présentation matérielle, son illustration sont entièrement nouveaux.

L'auteur s'est proposé de montrer la valeur pratique de la Chimie. Écartant ce qui ne peut avoir qu'un intérêt documentaire, il s'est attaché à faire ressortir pour chaque corps les faits importants qui le caractérisent ou qui permettent de le rapprocher d'autres corps analogues, insistant particulièrement sur les nombreuses applications qui découlent de ses propriétés chimiques. *Toutes les expériences décrites peuvent être réalisées à l'aide du matériel employé actuellement dans les laboratoires les plus modestes.*

l'Industrie en général particulièrement une petite encyclopédie qu'il rendra toujours nécessaire de consulter, cette CHIMIE ÉLÉMENTAIRE sera pour les [illegible] les jeunes chimistes et les amateurs un [illegible] de travail qui leur [illegible]

D'ailleurs [illegible] de Chimie complet, [illegible]

L'auteur s'est proposé de montrer la valeur pratique de la Chimie, [illegible] ce qui ne peut avoir qu'un intérêt [illegible]. Il s'est attaché à faire ressortir pour chaque corps les faits [illegible] qui le caractérisent ou qui permettent de le [illegible] des autres corps analogues, insistant particulièrement sur les nombreuses applications qui découlent de ses propriétés chimiques. [illegible] rédigées avec la préoccupation d'être [illegible]

Quatrième édition
revue et modifiée
Prix : 10 francs net